PRODUKSI PAKAN BUATAN

SEMESTER 2

BUKU TEKS BAHAN AJAR SISWA
PROGRAM KEAHLIAN
TEKNOLOGI BUDIDAYA PERAIRAN
DASAR KEAHLIAN

PENYUSUN

INTAN RAHIMA SARY, S.St.Pi., M.Si

EDITOR

SR. NINGTYAS, S.Pi., M.Si

KERJASAMA
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
DENGAN

PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDDAYAAN PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN

Disklaimer: *Buku ini merupakan buku siswa yang dipersiapkan Pemerintah dalam rangka implementasi Kurikulum 2013. Buku siswa ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dan dipergunakan dalam tahap awal penerapan Kurikulum 2013. Buku ini merupakan "dokumen hidup" yang senantiasa diperbaiki, diperbaharui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.*

Indonesia. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
Produksi Pakan Buatan/Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.—Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013, 244 hlm.

Untuk SMK Kelas X / Semester 2
Cetakan ke-1, 2013
Revisi ke-0, 2013

Penyusun : Intan Rahima Sary, S.St.Pi, M.Si
Editor : SR. Ningtyas, S.Pi, M.Si

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi sikap, pengetahuan dan keterampilan secara utuh. Keutuhan tersebut menjadi dasar dalam perumusan kompetensi dasar tiap mata pelajaran mencakup kompetensi dasar kelompok sikap, kompetensi dasar kelompok pengetahuan, dan kompetensi dasar kelompok keterampilan. Semua mata pelajaran dirancang mengikuti rumusan tersebut.

Pembelajaran kelas X dan XI jenjang Pendidikan Menengah Kejuruhan yang disajikan dalam buku ini juga tunduk pada ketentuan tersebut. Buku siswa ini diberisi materi pembelajaran yang membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterapilan dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasai secara kongkrit dan abstrak, dan sikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharuskan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serp siswa dengan ketersediaan kegiatan buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

PETA KEDUDUKAN BUKU TEKS SISWA

PETA KEDUDUKAN BUKU TEKS SISWA

PROGRAM KEAHLIAN TEKNOLOGI BUDIDAYA PERAIRAN

DASAR PROGRAM KEAHLIAN	
SEMESTER 1	**SEMESTER 2**
DASAR – DASAR BUDIDAYA PERAIRAN	DASAR – DASAR BUDIDAYA PERAIRAN
PENGELOLAAN KUALITAS AIR	PENGELOLAAN KUALITAS AIR
KESEHATAN BIOTA AIR	KESEHATAN BIOTA AIR
PRODUKSI PAKAN ALAMI	PRODUKSI PAKAN ALAMI
PRODUKSI PAKAN BUATAN	PRODUKSI PAKAN BUATAN
SIMULASI DIGITAL	SIMULASI DIGITAL

GLOSARIUM

Analisis proksimat	:	suatu metoda analisis kimia untuk mengidentifikasi kandungan nutrisi seperti protein, karbohidrat, lemak dan serat pada suatu zat makanan dari bahan pakan atau pangan. Analisis proksimat memiliki manfaat sebagai penilaian kualitas pakan atau bahan pangan terutama pada standar zat makanan yang seharusnya terkandung di dalamnya.
Zat Antinutrisi	:	substansi yang secara alami terdapat dalam bahan pakan dan jika di/terkonsumsi dapat menyebabkan gangguan pada pencernaan atau metabolisme
Bahan curah	:	1. komoditas yang ditangani, ditransportasikan, dan didistribusikan dalam jumlah besar dan tidak terkemas; 2. suatu bahan yang berwujud fluida (cair dan gas) dan butiran, yang setiap individu butirannya memiliki massa yang sangat kecil dibandingkan massa keseluruhan bahan yang dimuat.
Serelia	:	sekelompok tanaman yang ditanam untuk dipanen biji/bulirnya sebagai sumber karbohidrat/pati, contoh padi, gandum, dll.
Barrel	:	suatu peralatan dimana didalamnya memiliki screw berputar yang akan mengalirkan bahan ektrusi sepanjang barrel menuju ujung ektruder.
BETN (Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen)	:	Bagian dari bahan makanan yang mengandung karbohidrat, gula dan pati.
Biota Air	:	keseluruhan flora dan fauna yg terdapat di dalam suatu perairan, baik perairan tawar, payau maupun laut

CMC (*Carboksil Metil Cellulosa*)	:	Bahan perekat sintetis yang biasa digunakan dalam pembuatan pakan ikan/ternak di industri pakan ikan/ ternak, berbentuk butiran/granul putih yang bila basah mengembang membentuk cairan kental.
Denaturasi	:	sebuah proses di mana protein atau asam nukleat kehilangan struktur tersier dan struktur sekunder dengan penerapan beberapa tekanan eksternal atau senyawa, seperti asam kuat atau basa, garam anorganik terkonsentrasi, sebuah misalnya pelarut organik (cth, alkohol atau kloroform), atau panas.
Die	:	cetakan memberikan bentuk
Digestible energy	:	1. energi yang dapat dicerna oleh biota air 2. Nilai energi bruto bahan makanan dikurangi zat-zat yang tidak dapat dicerna (energi dalam feses).
Ekstrusi	:	suatu proses dimana bahan dipaksa dibawah pengaruh kondisi operasi pencampuran, pemanasan dengan suhu tinggi dan pemotongan melalui suatu cetakan yang dirancang unutk membentuk hasil ekstrusi yang bergelembung kering (puff dry) dalam waktu yang singkat. Pada proses pemasakan dengan metode ekstrusi terjadi empat proses yaitu pencampuran, pemasakan, pembentukan, dan penghembusan
Energi protein ratio (E/P Ratio)	:	tingkat kebutuhan protein optimal dalam pakan yang diperoleh dari hasil perhitungan antara kadar protein dalam pakan dengan jumlah energi yang diperoleh dalam formulasi pakan pada level energi yang dapat dicerna (DE).
Formulasi pakan	:	Rumusan pakan dengan komposisi bahan pakan yang diperlukan dan sesuai dengan macam pakan yang akan dibuat

Gelatinisasi	:	Proses pembentukan perekat alami pada proses “pelleting
Gross Energy (GE)	:	panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan makanan sehingga menghasilkan zat-zat terakhir seperti CO_2, H_2O, dan gas lain dan diukur dengan bom kalorimeter. Gross Energy biasa disebut dengan energi bruto (EB)
Hopper	:	Alat penyimpanan benda padat seperti silo namun memiliki diameter yang lebih besar dan ketinggian lebih rendah dari pada silo dan bagian bawah berbentuk kerucut untuk mempermudah pengeluaran bahan. Fungsi hopper adalah sebagai alat penampungan awal untuk masukan ke dalam crusher
Kj	:	Satuan untuk energi. Joule adalah satuan tenaga listrik dalam sistem metrik dan satu kkal sama dengan 4.184 kJ.
Kkal (kilo kalori)	:	Satuan untuk energi. Satu kilokalori adalah jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan temperatur satu gram air dari 14,5 ^oC menjadi 15,5 ^oC.
Konveyor (silo)	:	alat pembawa barang-barang, pembawa atau pengantar.
Label	:	1. sepotong kertas (kain, logam, kayu, dsb) yang ditempelkan pada barang dan menjelaskan tentang nama barang, nama pemilik, tujuan, alamat, dsb; 2. etiket; merek dagang; 3. petunjuk singkat tentang zat yang terkandung dalam obat dsb; 4. catatan analisis pengujian mutu fisik, fisiologis, dan genetik dari benih dsb;
Elevator	:	suatu alat pemindah/transportasi untuk memindahkan zat padat, cair, maupun fluida secara miring atau vertikal
Mikroba	:	Organisme kecil (termasuk bakteri dan virus) yang hanya dapat dilihat dengan mikroskop

Molase	:	hasil samping pada industri pengolahan gula dengan wujud bentuk cair; sisa dari proses pengkristalan gula pasir.
Motor diesel	:	mesin pembakaran dalam yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan pembakaran dan membakar bahan bakar diesel yang telah diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Mesin ini tidak menggunakan busi seperti mesin bensin atau mesin gas
Motor listrik	:	alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.
Pakan crumble	:	Pakan berbentuk pecahan atau butiran
Peroksidasi	:	oksida yang mempunyai ikatan -0-0- yang bereaksi dengan asam, menghasilkan hidrogen peroksida
Ratio konversi pakan/*feed convertion ratio*	:	Jumlah pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu kilogram bobot tubuh ikan
Rpm	:	Kecepatan putaran mesin dinyatakan dalam rpm (revolution per minute) sedangkan kecepatan putaran kipas radiator dan kecepatan putaran roda juga dinyatakan dalam rpm (rotation per minute).
Proses kondisioning	:	proses pemanasan dengan uap air pada bahan yang ditujukan untuk gelatinisasi agar terjadi perekatan antar partikel bahan penyusun sehingga penampakan pelet menjadi kompak, durasinya mantap, tekstur dan kekerasannya bagus
Sorghum	:	tanaman serbaguna yang dapat digunakan sebagai sumber pangan, pakan ternak dan bahan baku industri. Sorgum merupakan makanan pokok penting di Asia Selatan dan Afrika sub-sahara.
Sterilisasi	:	pemusnahan atau eliminasi semua mikroorganisme, termasuk spora bakteri, yang sangat resisten

Zat Makanan : Zat yang dibutuhkan oleh tubuh untuk kelangsungan hidup, tumbuh dan bereproduksi, merupakan salah satu dari berbagai hasil akhir pencernaan

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

1. Pengertian

   Produksi pakan buatan adalah ilmu yang mempelajari tentang usaha penyediaan pakan yang dibuat oleh manusia untuk biota air peliharaan yang berasal dari berbagai macam bahan baku dengan kandungan gizi yang baik sesuai dengan kebutuhan biota air dan dalam pembuatannya sangat memperhatikan sifat dan ukuran biota air yang dibudidayakan.

2. Rasional

   Tuhan telah menciptakan alam semesta ini dengan segala keteraturannya dan segala kebutuhan yang diperlukan oleh makhluk hidup. Untuk kelangsungan hidupnya, biota air membutuhkan pakan yang dapat diperoleh secara alami atau tersedia di alam dan pakan yang berasal dari luar lingkungan budidaya, yaitu pakan buatan.

   Pakan buatan dibuat oleh manusia untuk mengantisipasi kekurangan pakan yang berasal dari alam yang kontinuitas produksinya tidak dapat dipastikan. Dengan membuat pakan buatan diharapkan jumlah pakan yang dibutuhkan oleh biota air yang dibudidayakan akan terpenuhi setiap saat.

   Pakan buatan yang dibuat harus sesuai dengan kebutuhan nutrisi biota air yang dibudidayakan, sehingga dapat memberikan pertumbuhan yang optimal. Selain itu, pakan yang dibuat sendiri juga harus mempunyai kandungan protein dan energi yang sesuai dengan kebutuhan biota air yang dibudidayakan. Hal lain yang harus diperhatikan dalam membuat pakan adalah perolehan bahan baku yang tidak menganggu keseimbangan lingkungan, karena lingkungan alam merupakan faktor penting bagi kehidupan semua makhluk hidup. Lingkungan alam yang dijaga dengan baik maka akan memberikan ketenangan dan kenyamanan bagi kehidupan

makhluk hidup. Oleh karena itu, segala sesuatu yang dipelajari dalam mata pelajaran produksi pakan buatan membuktikan adanya kebesaran Tuhan.

3. Ruang Lingkup Materi

a. Metode-metode perhitungan formulasi pakan
b. Peralatan pembuatan pakan
c. Prosedur pembuatan pakan
d. Teknik pengemasan pakan
e. Teknik pelabelan pakan
f. Teknik penyimpanan pakan
g. Uji pakan (fisik,kimia dan biologi)
h. Analisis hasil pengujian

B. Prasyarat

Sebelum mempelajari buku teks ini, diharapkan siswa telah mempelajari dan menguasai kompetensi mengenai :

a. Matematika, bab Persamaan Linier
b. Persyaratan nutrisi
c. Energi pakan
d. Jenis bahan baku pakan

C. Petunjuk Penggunaan

1. Langkah – langkah Belajar

Buku teks ini merupakan buku lanjutan yang disusun sebagai bahan pembelajaran dengan pendekatan siswa aktif dan guru berfungsi sebagai fasilitator. Buku ini berisi hal – hal yang berkaitan dengan Produksi Pakan Buatan, meliputi perhitungan formulasi pakan, pembuatan pakan dan pengujian mutu pakan. Melalui buku teks ini diharapkan siswa berkompeten

dan professional di bidang produksi pakan. Oleh karena itu, diharapkan siswa dapat berinteraksi dengan buku teks yang dipergunakan dengan memperhatikan hal – hal sebagai berikut :

a. Bacalah buku teks ini secara berurutan
b. Pahami secara cermat mengenai: Deskripsi buku teks, Tujuan Pembelajaran, Uraian materi dan Refleksi
c. Bila terdapat hal yang kurang dimengerti/dipahami, mintalah petunjuk kepada guru
d. Kerjakan setiap tugas sesuai dengan petunjuk yang ada
e. Kerjakan soal yang ada pada Tes Formatif di setiap kegiatan belajar
f. Tunjukkan hasil kerja anda pada guru
g. Untuk lebih memperluas wawasan, pelajari referensi yang berhubungan dengan buku teks ini

Untuk kegiatan belajar yang terdiri dari praktikum, perhatikanlah hal - hal berikut ini :

a. Perhatikan petunjuk - petunjuk keselamatan kerja yang berlaku
b. Pahami setiap langkah kerja (prosedur praktikum) dengan baik
c. Sebelum melaksanakan praktikum, identifikasi (tentukan) peralatan dan bahan yang diperlukan dengan cermat
d. Gunakan alat sesuai prosedur pemakaian yang benar
e. Untuk melakukan kegiatan praktikum yang belum dipahami, harus meminta ijin guru terlebih dahulu
f. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula
g. Jika belum menguasai level materi yang diharapkan, ulangi lagi pada kegiatan belajar sebelumnya atau bertanyalah kepada guru yang mengampu kegiatan pembelajaran yang bersangkutan

2. Perlengkapan yang harus dipersiapkan

Untuk menunjang keselamatan dan kelancaran tugas yang harus Anda kerjakan, maka seluruh perlengkapan yang berkaitan dengan Produksi

Pakan Buatan harus disiapkan. Beberapa perlengkapan penunjang yang harus dipersiapkan adalah:

a. Alat tulis
b. Peralatan–peralatan lain yang berkaitan dengan kompetensi di atas
c. Perlengkapan kesehatan dan keselamatan kerja

3. Kegiatan Pembelajaran

Didalam proses belajar mengajar siswa harus melewati tahap-tahap pembelajar yaitu :

a. Kegiatan mengamati, yaitu siswa dapat mengamati segala sesuatu yang berhubungan dengan pembuatan pakan secara nyata, baik yang ada di buku ini, sekolah, industri atau sumber belajar lainnya
b. Kegiatan menanya, yaitu siswa diharapkan melakukan kegiatan bertanya mengenai fakta yang ada dibuku maupun di industri, dengan cara bertanya langsung terhadap guru, teman sendiri, wawancara pihak industri maupun dengan cara diskusi kelompok
c. Kegiatan mengeksplorasi (mengumpulkan data/informasi), yaitu siswa diharapkan dapat mengumpulkan data atau bahan tentang pembuatan pakan dengan cara eksperimen atau praktek, membaca, melalui internet, wawancara dengan pihak yang kompeten
d. Kegiatan mengasosiasi, yaitu siswa diharapkan dapat menghubungkan dari hasil data/informasi tentang hasil pengamatan, membaca, eksperimen/praktek menjadi satu kesimpulan hasil belajar
e. Kegiatan mengkomunikasikan, yaitu siswa dapat mengkomunikasikan hasil data/informasi kepada orang lain, dapat melalui lisan atau tulisan.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari buku teks ini, diharapkan siswa mampu :

1. Memahami metode penghitungan formulasi pakan

2. Menyusun formulasi pakan menggunakan metode trial and eror, model worksheet, metode Pearson's square dan metode aljabar
3. Mengetahui macam – macam peralatan pembuatan pakan dan fungsinya
4. Memahami prosedur pembuatan pakan
5. Membuat pakan sesuai dengan prosedurnya
6. Memahami jenis – jenis pengujian pakan ikan
7. Memahami prosedur pengujian pakan berdasarkan jenis pengujian
8. Melakukan pengujian pakan sesuai dengan prosedur
9. Melakukan analisa hasil pengujian pakan

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Menghayati hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya sebagai bentuk kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya. 1.2 Mengamalkan pengetahuan dan keterampilan pada pembelajaran produksi pakan buatan sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia.
2. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia	2.1 Menghayati sikap cermat, teliti dan tanggungjawab sebagai hasil implementasi dari pembelajaran produksi pakan buatan 2.2 Menghayati pentingnya kerjasama sebagai hasil implementasi pembelajaran produksi pakan buatan 2.3 Menghayati pentingnya kepedulian terhadap kebersihan lingkungan laboratorium/lahan praktek sebagai hasil implementasi dari pembelajaran produksi pakan buatan 2.4 Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab sebagai hasil implementasi dari pembelajaran produksi pakan buatan

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
	2.5 Menjalankan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, objektif, jujur, teliti, cermat, tekun, hati-hati, bertanggungjawab, terbuka, kritis, kretaif, inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan diskusi dalam mata pelajaran produksi pakan buatan. 2.6 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan
3. Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1 Menganalisis macam-macam kebutuhan nutrisi biota air 3.2 Menganalisis sistem fisiologi nutrisi pada biota air 3.3 Menganalisis jenis-jenis bahan baku pakan 3.4 Menganalisis perhitungan formulasi pakan buatan 3.5 Menerapkan pembuatan pakan 3.6 Menganalisis pengujian mutu (fisika, kimia, biologi) pakan buatan
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung	4.1 Mengolah, menalar, dan menyaji macam-macam kebutuhan nutrisi pakan buatan 4.2 Mengolah, menalar, dan menyaji sistem fisiologi nutrisi pada biota air 4.3 Mengolah, menalar dan menyaji jenis – jenis bahan baku pakan 4.4 Mengolah, menalar, dan menyaji perhitungan formulasi pakan buatan 4.5 Melakukan pembuatan pakan 4.6 Melakukan pengujian mutu (fisika, kimia, biologi) pakan buatan

F. Cek Kemampuan Awal

Beri tanda √ untuk mengisi pada kolom!

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah anda mampu menyusun formulasi pakan menggunakan metode *trial and error* ?	☐	☐
2.	Apakah anda mampu menyusun formulasi pakan menggunakan metode *Pearson's square ?*	☐	☐
3.	Apakah anda mampu menyusun formulasi pakan menggunakan metode Aljabar ?	☐	☐
4.	Apakah anda mengetahui jenis – jenis peralatan pembuatan pakan skala rumah tangga ?	☐	☐
5.	Apakah anda mengetahui jenis – jenis peralatan pembuatan pakan skala industri ?	☐	☐
6.	Apakah anda dapat membuat pakan sesuai dengan prosedur pembuatan pakan ?	☐	☐
7.	Apakah anda pernah membuat pakan bentuk larutan ?	☐	☐
8.	Apakah anda pernah membuat pakan bentuk tepung ?	☐	☐
9.	Apakah anda pernah membuat pakan bentuk butiran ?	☐	☐
10.	Apakah anda pernah membuat pakan bentuk remahan ?	☐	☐
11.	Apakah anda pernah membuat pakan bentuk pellet ?	☐	☐
12.	Apakah anda mengetahui jenis – jenis pengujian pakan secara fisik ?	☐	☐
13.	Apakah anda mengetahui jenis – jenis pengujian pakan secara kimia ?	☐	☐
14.	Apakah anda mengetahui jenis – jenis pengujian pakan secara biologi ?	☐	☐

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 1. Penyusunan Formulasi Pakan (18 JP)

A. Deskripsi

Pakan buatan adalah pakan yang dibuat dari bahan makanan baik nabati maupun hewani dengan memperhatikan kandungan gizi, sifat dan ukuran ikan. Dengan diberikan pakan buatan maka kebutuhan gizi ikan dapat dipenuhi setiap saat tanpa bergantung pada pakan alami yang ada.

Dalam usaha budidaya ikan, pakan merupakan biaya operasional tertinggi, mencapai lebih dari 60% dari total biaya produksi. Oleh karena itu, untuk mengurangi biaya produksi dalam usaha budidaya, pakan ikan dapat dibuat sendiri. Pakan ikan yang dibuat sendiri memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan membeli di pasar. Diantaranya adalah komposisi dapat disesuaikan dengan kebutuhan ikan yang akan mengkonsumsi pakan tersebut, karena setiap jenis ikan mempunyai kebutuhan nutrisi/zat gizi yang spesifik.

Komposisi pakan buatan disusun berdasarkan kebutuhan zat gizi setiap jenis biota air. Komposisi ini sering disebut formulasi pakan. Formulasi yang baik berarti mengandung semua zat gizi yang diperlukan ikan dan secara ekonomis murah serta mudah diperoleh sehingga memberikan keuntungan Penyusunan formulasi pakan harus memperhatikan nilai kandungan protein karena zat ini merupakan komponen utama untuk pertumbuhan ikan. Setelah diketahui kandungan protein dari pakan yang akan dibuat, maka langkah selanjutnya adalah perhitungan untuk komponen zat- zat gizi yang lain, seperti karbohidrat dan lemak. Terdapat beberapa cara/metoda untuk menyusun formulasi pakan, diantaranya adalah dengan metode *trial and error*, metode segi empat pearson's, metode persamaan aljabar, dan metode lembaran kerja (*Worksheet*).

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

   Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini, diharapkan siswa mampu menghitung kebutuhan bahan baku pakan berdasarkan persyaratan nutrisi biota air menggunakan metode *trial and error*, model *worksheet*, metode Pearson's square dan metode aljabar.

2. Uraian Materi

   a. Komposisi Bahan Baku

   Masih ingatkah anda dengan apa yang dimaksud pakan buatan ? Ya, pakan buatan adalah pakan yang dibuat sendiri menggunakan **komposisi** bahan baku yang disusun sesuai dengan formulasi. Komposisi bahan baku yang terkandung dalam pakan bisa saja berbeda tergantung pada kebutuhan nutrisi pada masing – masing biota air. Komposisi nutrisi tersebut juga berbeda tergantung dari ukuran pakan dan industri pembuatannya.

   Untuk mengetahui tentang perbedaan nutrisi yang terkandung dalam pakan, *ambillah contoh pakan buatan yang memiliki warna berbeda dan amati pakan tersebut, kemudian cobalah tuliskan hasil pengamatanmu pada Tabel 1 di bawah ini !*

Tabel 1. Hasil Pengamatan Terhadap Pakan

Contoh Pakan	Parameter yang diamati	Indikator
Pakan 1	Ukuran	*Tepung / Remah / Crumble / Lembaran / Pelet, diameter .....
	Warna	*Terang / Agak terang / Gelap / Lainnya, ...
	Aroma	*Menyengat / Kurang Menyengat / Tidak menyengat

	Komposisi Nutrisi	Protein Karbohidrat Lemak Kadar Air Lainnya	: ....% : ....% : ....% : ....% : ....
Pakan 2	Ukuran	*Tepung / Remah / Crumble / Lembaran / Pelet, diameter	
	Warna	*Terang / Agak terang / Gelap / Lainnya, ...	
	Aroma	*Menyengat / Kurang Menyengat / Tidak menyengat	
	Komposisi Nutrisi	Protein Karbohidrat Lemak Kadar Air Lainnya	: ....% : ....% : ....% : ....% : ....
Dst...			

**Coret yang tidak perlu*

Menanya

Bandingkan hasil pengamatan anda tersebut dengan hasil pengamatan teman anda ! Adakah perbedaannya ?

Mengeksplorasi

- *Bagaimana hubungan antara warna, aroma, dan komposisi nutrisi (khususnya protein) yang terkandung dalam pakan ?*
- *Menurut anda, apakah komposisi nutrisi tersebut telah sesuai dengan yang dibutuhkan oleh biota air ?*
- *Dapatkah anda sebutkan penggunaan bahan – bahan hewani, nabati dan tambahan yang terdapat dalam komposisi pakan tersebut ?*

Mengasosiasi

Kesimpulan apa yang bisa anda ambil berdasarkan pengamatan tersebut?

Mengkomunikasikan

Laporkan hasil tersebut pada guru anda !

Anda telah melakukan pengamatan terhadap aroma, warna dan komposisi nutrisi dari berbagai ukuran pakan. **Komposisi inilah yang sering disebut dengan formulasi pakan.** Ini berarti, bahwa untuk membuat pakan buatan yang nutrisinya sesuai dengan kebutuhan biota air, diperlukan pengetahuan tentang formulasi pakan.

Formulasi pakan merupakan rumusan pakan dengan komposisi bahan pakan yang diperlukan dan sesuai dengan macam pakan yang akan dibuat. Formulasi yang baik berarti mengandung semua nutrisi yang diperlukan biota air dan secara ekonomis murah serta mudah diperoleh sehingga memberikan keuntungan. Oleh karena itu, penyusunan formulasi pakan bertujuan untuk memperoleh nutrisi yang diperlukan, baik didalam jumlah dan perbandingan yang tepat untuk pertumbuhan biota air yang optimal.

Untuk menyusun formulasi pakan, diperlukan pengetahuan tentang bahan baku pakan. Anda pasti masih ingat mengenai jenis – jenis bahan baku yang digunakan untuk membuat pakan. Nah, untuk menyusun formulasi pakan, terdapat beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan bahan, antara lain kesediaan bahan dan harga.

Pertimbangan pemilihan bahan baku

Kesediaan bahan

Pada umumnya, banyak bahan-bahan makanan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pakan. Namun kesediaannya sangat terbatas karena bahan-bahan tersebut juga digunakan sebagai bahan makanan manusia. oleh karena itu penggunaannya kurang memungkinkan, kecuali apabila kesediaan bahan tersebut dalam keaadan surplus.

Harga

Harga merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan bahan baku makanan yang akan digunakan, karena dasar dari penyusunan formulasi pakan adalah harga murah dan efektif serta kebutuhan nutrisi terpenuhi. Hal penting yang harus dipertimbangkan didalam membandingkan harga tersebut ***bukanlah persen harga pakan tetapi per unit nutrien*** *yang terkandung didalam bahan pakan, khususnya pada* ***kandungan protein****.*

Tabel 2. Contoh Jenis Bahan Baku, Kandungan Protein dan Bahan baku

NO	Jenis Bahan Baku	Kandungan Protein	Harga/kg (Rp)
1.	Tepung ikan lokal	44 %	15.000,00
2.	Tepung ikan impor	66 %	18.000,00
3.	Tepung kedelai	30 %	12.000,00
4.	Tepung kedelai	42 %	15.000,00

Menanya

Secara berkelompok, diskusikan dan pilihlah jenis tepung ikan dan tepung kedelai yang akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan pakan. Berikan alasan terhadap pemilihan tersebut !

Mengeksplorasi

Berapakah harga per unit protein yang terkandung dalam masing – masing bahan baku tersebut ? Bandingkan jawabanmu dengan jawaban kelompok lain. Apakah terdapat perbedaan ?

Mengasosiasi

Bagaimanakah hubungan antara kandungan protein yang terdapat dalam bahan baku pakan dengan harga bahan baku tersebut ?

Mengkomunikasikan

Sajikan hasil perhitungan harga per unit protein yang terkandung dalam bahan baku dan kesimpulan yang telah anda ambil !

Bagaimanakah cara untuk menentukan harga yang terkandung dalam setiap kg protein pakan ? Mari kita simak contoh di bawah ini :

Contoh Soal

Harga tepung ikan impor dengan kandungan protein 66% adalah Rp. 15.000/kg, sedangkan harga tepung ikan lokal yang mengandung protein 40% adalah Rp. 12.000/kg.

Lakukan langkah – langkah perhitungan di bawah ini untuk mendapatkan harga yang terkandung dalam setiap kg protein pakan.

1. Bagi harga tepung ikan impor dengan jumlah bagian protein yang terkandung dalam 1 kg tepung ikan
2. Kalikan dengan 1 kg

Berapa hasil yang anda peroleh ? Tepung ikan manakah yang berharga lebih murah ?

Penyelesaian

Tepung ikan impor = $\frac{\text{Rp.15.000}}{\text{660 g}}$ X 1000 g = Rp. 22.727/kg protein

Tepung ikan lokal = $\frac{\text{Rp.12.000}}{\text{400 g}}$ X 1000 g = Rp. 30.000/kg protein

Dari hasil perhitungan tersebut, diketahui bahwa harga tepung ikan impor lebih murah dibandingkan dengan harga tepung ikan lokal, dilihat dari harga per unit protein yang terkandung didalamnya.

Catatan Penting !

Bahan baku dengan kandungan protein x % berarti dalam satu kilogram protein terdapat $\frac{x}{100}$ *x 1000 gram protein*

Contoh: Dalam satu kg tepung kedelai mengandung protein 45%, artinya dalam satu kg tepung kedelai mengandung protein sebanyak 450 gram, yang diperoleh dari : $\frac{45}{100}\ x\ 1000\ g.$

Dalam menentukan bahan pakan, selain dilihat dari kandungan proteinnya, juga dapat dilihat dari kadar air yang terkandung di dalamnya.

Diskusi Kelompok

Diskusikan secara berkelompok untuk mendapatkan harga per kg bahan kering yang terkandung dalam tepung kedelai, jika harga tepung kedelai dengan kadar air 10% adalah Rp. 300/kg, dan tepung kedelai lain dengan kadar air 5% harganya adalah Rp. 250/kg

Selain kesediaan dan harga bahan baku, komposisi pakan juga disusun berdasarkan kebiasaan makan dan makanan biota air, kemampuan organisme memanfaatkan bahan, tipe pakan yang diinginkan sesuai dengan umur biota air yang dibudidayakan, serta kebutuhan biota air akan zat gizi/nutrisinya, seperti karbohidrat, protein, lemak, serat dan beberapa zat esensial lain yang dibutuhkan sebagai energi. Dalam hal nutrisi, kandungan protein menjadi salah satu nilai yang harus diperhatikan, karena zat ini merupakan komponen utama untuk pertumbuhan biota air. Namun dalam kondisi tertentu, pakan buatan biasanya dikombinasikan dengan zat-zat suplemen (antara lain vitamin) untuk mengatasi kekurangan zat yang diperlukan oleh biota air.

Sebagai sumber energi utama, keberadaan protein dalam pakan buatan dapat diperoleh dari bahan baku yang berasal dari sumber nabati dan hewani yang secara bersama – sama dikomposisikan untuk mencapai keseimbangan nutrisi dengan harga pakan yang relatif murah. Kebutuhan bahan baku tersebut dihitung melalui suatu formulasi berdasarkan pada nilai protein, standar energi atau berdasarkan imbangan protein dan energi. Akan tetapi, penghitungan berdasarkan standar protein lebih banyak digunakan dalam menyusun formulasi pakan. Penghitungan berdasarkan standar protein didasarkan pada besarnya persentase protein yang akan dihasilkan oleh pakan sesuai dengan yang dibutuhkan biota air dan mengabaikan kandungan energi. Namun tidak menutup kemungkinan untuk menghitung kandungan energi yang ada dalam pakan setelah penyusunan formulasi berdasarkan nilai proteinnya.

Tahukah anda bagaimana cara menyusun berbagai macam komposisi bahan baku hewani dan nabati tersebut, sehingga diperoleh formulasi yang tepat ?

b. Metode Penyusunan Formulasi Pakan

Untuk dapat menyusun formulasi pakan, dikenal beberapa metode yang sering digunakan, yaitu :

1) Metode *trial and eror*
2) Model *worksheet*
3) Metode *Pearson's Square* (segi empat Pearson)
4) Metode aljabar

Catatan Penting !

Untuk menghitung formulasi pakan berdasarkan kebutuhan proteinnya, diperlukan informasi dan pengetahuan mengenai persentase kandungan nutrisi yang ada dalam setiap bahan baku pakan melalui analisis proksimat atau studi literatur.

Metode ini merupakan metode yang paling sederhana dalam penyusunan formulasi pakan. Biasanya metode ini digunakan oleh pembuat pakan skala kecil. Sesuai dengan namanya, maka untuk memperoleh kombinasi bahan baku pakan yang tepat dan memenuhi nutrisi yang dibutuhkan oleh biota air, diperlukan beberapa percobaan sampai mendapatkan kandungan protein sesuai dengan kebutuhan. Dan, yang menarik adalah metode ini dapat dikerjakan secara komputerisasi menggunakan program *excell*. Metode ini sering disebut dengan model *worksheet* dan akan dibahas pada materi selanjutnya. Dalam materi ini, akan diberikan contoh penyusunan formulasi pakan menggunakan metode *trial and error* secara penghitungan manual.

Contoh Soal

Berapakah jumlah masing – masing bahan baku yang dibutuhkan untuk membuat 5 kg pakan ikan mas berprotein 30%, jika digunakan bahan seperti pada Tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Jenis Bahan Baku dan Kadar Nutrisi Bahan baku

Jenis bahan baku	Kadar nutrisi bahan baku (%)		
	Protein	Karbohidrat	Lemak
Dedak padi	11,35	28,62	12,15
Tepung terigu	8,90	77,30	1,30
Tepung kedelai	39,6	29,50	14,30
Tepung ikan	62,65	5,81	15,38
Ampas tahu	23,55	43,45	5,54
Tepung bekicot	54,29	30,45	4,18

Penyelesaian

Lakukan penyelesaian untuk menghitung kebutuhan bahan baku berdasarkan kadar proteinnya terlebih dahulu, dengan langkah – langkah sebagai berikut :

Langkah 1	Masukkan jumlah bahan baku yang akan digunakan dalam formulasi pakan sampai semua bahan baku yang digunakan berjumlah 100%
Langkah 2	Hitung kadar protein pada setiap bahan baku dengan cara mengalikan jumlah bahan baku yang akan digunakan dengan kadar protein bahan baku
Langkah 3	Lakukan penjumlahan hasil pengkalian pada Langkah 2 dan dicek apakah jumlah total kadar protein bahan baku telah mencapai 30%

Langkah 1 → Jumlah bahan baku (%); Langkah 2 → Kadar Protein bahan baku (%); Langkah 3 → TOTAL Kadar Protein bahan baku

Jenis bahan baku	Kadar Protein (%)	Jumlah bahan baku (%)	Kadar Protein bahan baku (%)
Dedak padi	11,35	?	?
Tepung terigu	8,90	?	?
Tepung kedelai	39,6	?	?
Tepung ikan	62,65	?	?
Ampas tahu	23,55	?	?
Tepung bekicot	54,29	?	?
TOTAL		100	?

Langkah 1

Cobalah untuk memasukkan jumlah bahan baku untuk setiap jenis bahan baku (sesuai dengan referensi), kemudian jumlahkan sehingga diperoleh total jumlah bahan baku sebanyak 100 %. Perhatikan tabel dibawah ini !

Langkah 1

↓

Jenis bahan baku	Kadar Protein (%)	Jumlah bahan baku (%)	Kadar Protein bahan baku (%)
Dedak padi	11,35	20	?
Tepung terigu	8,90	15	?
Tepung kedelai	39,6	15	?
Tepung ikan	62,65	15	?
Ampas tahu	23,55	20	?
Tepung bekicot	54,29	15	?
TOTAL		100	?

Catatan Penting !

*Dalam mengisi **kolom jumlah bahan baku** harus mempertimbangkan kadar protein bahan baku, jenis ikan yang akan mengkonsumsi bahan baku, macam-macam bahan baku, harga dan kebutuhan optimal bahan baku untuk setiap jenis ikan berdasarkan kebiasaan makannya.*

Langkah 2

Kadar protein bahan baku dihitung dengan cara mengalikan jumlah bahan baku yang akan digunakan dengan kadar protein bahan baku, misalnya pada dedak padi diperoleh nilai : (11,35 x 20)/100 = 2,27. Lakukan perhitungan tersebut untuk semua jenis bahan baku, sehingga diperoleh nilai seperti pada tabel di bawah ini !

Langkah 2

Jenis bahan baku	Kadar Protein (%)	Jumlah bahan baku (%)	Kadar Protein bahan baku (%)
Dedak padi	11,35	20	2,27
Tepung terigu	8,90	15	1,34
Tepung kedelai	39,6	15	5,94
Tepung ikan	62,65	15	9,40
Ampas tahu	23,55	20	4,71
Tepung bekicot	54,29	15	8,14
TOTAL		100	?

Langkah 3

Jumlahkan seluruh kadar protein bahan baku pada Langkah 2 dan lakukan pengecekan apakah jumlah kadar protein semua bahan baku tersebut telah memenuhi 30%.

Jumlah kadar protein semua bahan baku tersebut adalah:

2,27 + 1,34 + 5,94 + 9,40 + 4,71 + 8,14 = 31,80, Seperti ditunjukkan pada tabel di bawah ini !

Jenis bahan baku	Kadar Protein (%)	Jumlah bahan baku (%)	Kadar Protein bahan baku (%)
Dedak padi	11,35	20	2,27
Tepung terigu	8,90	15	1,34
Tepung kedelai	39,6	15	5,94
Tepung ikan	62,65	15	9,40
Ampas tahu	23,55	20	4,71
Tepung bekicot	54,29	15	8,14
TOTAL		100	**31,80**

Langkah 3

Dari hasil coba-coba tersebut diperoleh kadar protein semua bahan baku adalah 31,80%. Sementara itu, kadar protein yang diinginkan adalah 30%, sehingga terdapat kelebihan sebanyak 1,80%.

Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengurangan jumlah bahan baku berprotein tinggi dan penambahan jumlah bahan baku berprotein rendah hingga benar – benar diperoleh nilai kadar protein dalam pakan 30%. Maka, komposisi pakan yang telah diperbaiki menjadi seperti berikut:

Jenis bahan baku	Kadar Protein (%)	Jumlah bahan baku (%)	Kadar Protein bahan baku (%)	
Dedak padi	11,35	20	2,27	
Tepung terigu	8,90	18	1,60 ←	Penambahan
Tepung kedelai	39,6	15	5,94	
Tepung ikan	62,65	12	7,52 ←	Pengurangan
Ampas tahu	23,55	20	4,71	
Tepung bekicot	54,29	15	8,14	
TOTAL		100	**30,18**	

Sehingga, untuk membuat pakan ikan sebanyak 5 kg berprotein 30%, diperlukan bahan baku dengan kebutuhan masing – masing sebagai berikut:

Dedak padi	: 20 % x 5 kg	= 1,00 kg
Tepung Terigu	: 18 % x 5 kg	= 0,90 kg
Tepung kedelai	: 15 % x 5 kg	= 0,75 kg
Tepung ikan	: 12 % x 5 kg	= 0,60 kg
Ampas tahu	: 20 % x 5 kg	= 1,00 kg
Tepung bekicot	: 15 % x 5 kg	= 0,75 kg
TOTAL		**= 5,00 kg**

Mampukah anda menghitung nilai energi protein ratio yang dihasilkan ? Bagaimana pula pendapat anda tentang komposisi

bahan pakan yang diperoleh pada contoh diatas dengan kebutuhan nutrisi dan energi yang diperlukan oleh ikan mas ?

Pada biota air, khususnya ikan, sumber energi diperoleh dari pakan, dimana pada pakan ini mengandung zat gizi/nutrien yang berasal dari karbohidrat, lemak dan protein yang nantinya akan digunakan untuk pertumbuhan setelah kebutuhan untuk metabolisme basal terpenuhi. Sementara itu, protein energi ratio (P/e ratio) merupakan perbandingan antara protein optimal dengan energi yang terdapat dalam pakan ikan. Oleh karena itu, untuk mengetahui nilai P/e Ratio dalam pakan, harus dihitung terlebih dahulu nilai energi total yang dihasilkan dari protein, karbohidrat dan lemak.

Untuk mengetahui energi yang terkandung dalam protein, maka anda terlebih dahulu harus mengetahui persentase protein yang terkandung dalam komposisi pakan yang dibuat. Begitu juga untuk mengetahui energi yang terkandung dalam karbohidrat dan lemak, maka terlebih dahulu harus diketahui persentase karbohidrat dan lemak yang terkandung dalam komposisi pakan tersebut.

Tahukah anda berapa persen karbohidrat yang terkandung dalam pakan berprotein 30% seperti pada komposisi di atas? Lalu berapakah kandungan lemaknya ?

Berikut ini adalah cara perhitungan kadar karbohidrat dan lemak yang terkandung dalam komposisi pakan pada contoh di atas !

% karbohidrat

- Kalikan jumlah bahan baku yang akan digunakan dengan kandungan karbohidrat bahan baku
- Jumlahkan hasil pengkalian tersebut sehingga diperoleh nilainya

Sehingga, kadar karbohidrat yang terkandung dalam pakan adalah seperti pada Tabel 4 dibawah ini !

Tabel 4. Hasil Perhitungan Kadar Karbohidrat

Jenis bahan baku	Kadar Karbohidrat (%)	Jumlah bahan baku (%)	Kadar Karbohidrat bahan baku (%)
Dedak padi	28,62	20	5,72
Tepung terigu	77,30	18	13,91
Tepung kedelai	29,50	15	4,43
Tepung ikan	5,81	12	0,70
Ampas tahu	43,45	20	8,69
Tepung bekicot	30,45	15	4,57
TOTAL		100	**38,02**

% Lemak

- Kalikan jumlah bahan baku yang akan digunakan dengan kandungan lemak bahan baku
- Jumlahkan hasil pengkalian tersebut sehingga diperoleh nilainya

Sehingga, kadar lemak yang terkandung dalam pakan adalah seperti pada Tabel 5 dibawah ini !

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kadar Lemak

Jenis bahan baku	Kadar Lemak (%)	Jumlah bahan baku (%)	Kadar lemak bahan baku (%)
Dedak padi	12,15	20	2,43
Tepung terigu	1,30	18	0,23
Tepung kedelai	14,30	15	2,15
Tepung ikan	15,38	12	1,85
Ampas tahu	5,54	20	1,11
Tepung bekicot	4,18	15	0,63
TOTAL		100	**8,40**

Dari hasil perhitungan, diperoleh kandungan nutrisi dari formulasi pakan yang telah dibuat, yaitu :

- Kadar protein 30 % (artinya, terdapat 30 gram protein pada setiap 100 gram formulasi pakan)
- Kadar karbohidrat 38,02 % (artinya, terdapat 38,02 gram karbohidrat pada setiap 100 gram formulasi pakan)
- Kadar lemak 8,40 % (artinya, terdapat 8,40 gram lemak pada setiap 100 gram formulasi pakan)

Sehingga diperoleh nilai energi total dalam pakan sebagai berikut :

Protein	: 300,0 gram X 4,48 kkal/gram	= 1344,00 kkal
Karbohidrat	: 380,2 gram X 3,28 kkal/gram	= 1247,06 kkal
Lemak	: 84,0 gram X 7,52 kkal/gram	= 631,68 kkal +
		= 3222,74 kkal

Berdasarkan nilai Gross Energi (GE) diketahui:

- 1 gram protein setara dengan 5,6 kkal/g
- 1 gram lemak setara dengan 9,4 kkal/g
- 1 gram karbohidrat setara dengan 4,1 kkal/g

Nilai energi yang dapat dicerna oleh ikan yaitu 80% dari nilai GE, maka diperoleh :

- 1 gram protein setara dengan 4,48 kkal/g
- 1 gram lemak setara dengan 7,52 kkal/g
- 1 gram karbohidrat setara dengan 3,28 kkal/g.

Maka P/e ratio nya adalah 3222,74 kkal dibagi 300 = 10,74 kkal. Hal ini berarti dalam satu gram protein yang dihasilkan dari formulasi pakan tersebut diimbangi dengan energi sebesar 10,74 kkal.

Catatan Penting !

Formulasi pakan yang telah dibuat dapat memberikan pertumbuhan yang optimal pada biota air yangdibudidayakan, jika pakan yang dibuat mempunyai EPR antara 8 – 10 kkal.

Eksplorasi

Untuk lebih memahami penyusunan formulasi menggunakan metode trial and error, coba anda amati Tabel 6 di bawah ini! Kemudian secara berkelompok, selesaikan permasalahan yang diberikan !

Tabel 6. Jenis Bahan Baku Hewani, Nabati dan Limbah Pertanian

NO	JENIS BAHAN BAKU	PROTEIN (%)	KARBOHIDRAT (%)	LEMAK (%)
1.	Dedak padi	11,35	28,62	12,15
2.	Dedak gandum	11,99	64,78	1,48
3.	Tepung terigu	8,90	77,30	1,30
4.	Tepung kedelai	39,6	29,50	14,30
5.	Tahu	7,80	1,60	4,60
6.	Bungkil kelapa	17,09	23,77	9,44
7.	Tepung jagung	7,63	74,23	4,43
8.	Kanji	0,41	86,40	0,54
9.	Tepung ikan import	62,65	5,81	15,38
10.	Tepung rebon	59,40	3,20	3,60
11.	Tepung ikan mujair	55,6	7,36	11,2
12.	Ikan petek kering	60,0	2,08	15,12
13.	Tepung kepiting	53,62	13,15	3,66
14.	Tepung ikan kembung	40,63	1,26	5,25
15.	Rebon basah	13,37	1,67	1,52
16.	Tepung bekicot	54,29	30,45	4,18
17.	Bungkil kelapa sawit	18,7	64	4,5
18.	Bungkil kacang tanah	49,5	28,3	11,4
19.	Tepung darah	71,45	13,32	0,42
20.	Ampas tahu	23,55	43,45	5,54

Melalui informasi yang tertulis pada Tabel 6 di atas, seorang pembudidaya ikan lele ingin membuat pakan ikan (pellet) berprotein 35% sebanyak 10 kg. Anda diharapkan dapat membantu pembudidaya tersebut dalam menyusun formulasi pakan, dengan ketentuan sebagai berikut :

- ✓ Menggunakan minimal 5 bahan baku yang terdiri dari unsur hewani, nabati dan limbah pertanian disertai alasan anda memilih bahan baku tersebut ditiinjau dari segi harga bahan baku, ketersediaan bahan baku dan nutrisi yang terkandung didalamnya !
- ✓ Nilai P/e ratio yang terkandung dalam pakan antara 8 – 10 kkal !

Mengasosiasi

Bandingkan hasil kerja kelompok anda dengan kelompok yang lain. Apakah terdapat perbedaan yang signifikan mengenai komposisi bahan baku dan nutrisi yang terkandung didalamnya serta perolehan nilai EPR nya ? Kesimpulan apa yang bisa anda tuliskan ?

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja kelompok anda tersebut !

Analisis Materi

Metode trial and error adalah metode yang paling sederhana dalam penyusunan formulasi pakan. Setelah mempelajari metode ini, berikan penjelasan anda mengenai kelebihan dan kekurangan dari metode ini ?

2) Model *Worksheet*

Metode ini menggunakan alat bantu komputer untuk menghitung jumlah bahan baku yang digunakan dengan membuat lembar kerja (*worksheet*) pada program microsoft *excell*.

Tujuan penyusunan formulasi model *worksheet* ini adalah untuk mempermudah dalam menghitung kebutuhan bahan baku, sehingga diperoleh formulasi pakan yang lengkap dan akurat beserta kandungan energi, termasuk biaya yang dikeluarkan untuk membuat pakan. Oleh karena itu, metode ini banyak digunakan oleh pembuat pakan.

Penyusunan formulasi pakan menggunakan model *worksheet* membutuhkan pengetahuan tentang penggunaan program *excell*. Selain itu juga dibutuhkan pengetahuan informasi mengenai harga bahan baku, kandungan nutrisi bahan baku, kebutuhan nutrisi ikan, ketersediaan nutrien untuk ikan dari berbagai bahan dan batasan maksimum – minimum dari berbagai bahan yang digunakan.

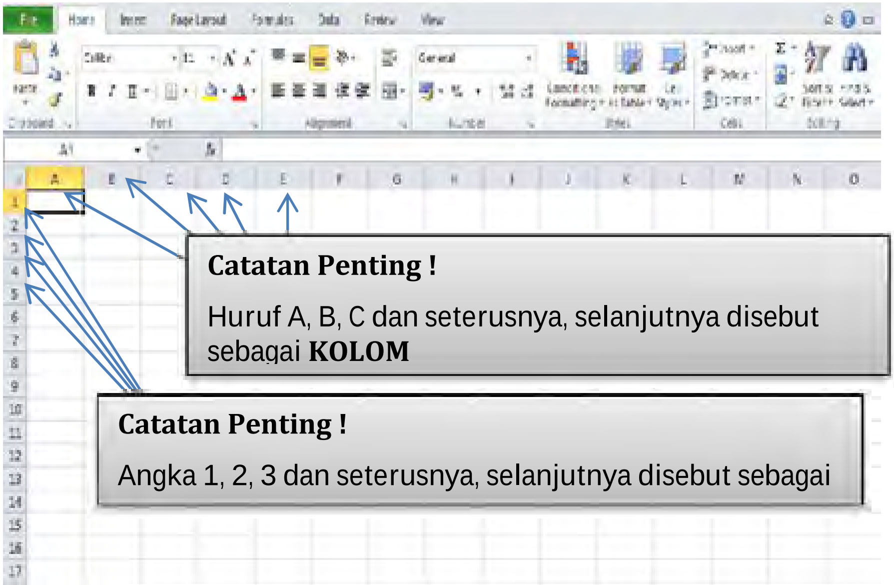
Nah, berikut ini adalah langkah – langkah yang dilakukan dalam membuat formulasi pakan menggunakan model *worksheet* secara sederhana. Anda dapat mengembangkannya lebih dalam, sehingga memudahkan penghitungan formulasi pakan dan hal – hal lain yang berhubungan dengan komposisi pakan.

Contoh Soal

Akan dibuat pakan untuk ikan mas dengan kandungan protein yang terkandung dalam pakan sebesar 30%, menggunakan bahan baku berupa tepung jagung, dedak halus, tepung terigu, tepung ikan, tepung kedelai, tepung kanji, vitamin premix, mineral dan silase ikan.
Hitung jumlah bahan baku yang diperlukan sesuai dengan komposisinya dan energi protein ratio nya !

Untuk menyelesaikan contoh soal yang diberikan, terlebih dahulu anda harus menghidupkan komputer dan membuka program *excell.*

Maka pada layar komputer akan muncul kolom – kolom dan setiap kolom akan terlihat deretan abjad mulai dari A, B, C, dan seterusnya. Sementara pada barisannya akan terdapat angka 1, 2, 3, dan seterusnya, seperti tampak pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Printscreen contoh program exc

Langkah 1

Memasukkan data pada kolom A, B, C dan seterusnya.

Dari contoh di atas, kira – kira data apa saja yang bisa dimasukkan ? Ya, data – data yang bisa dimasukkan meliputi: jenis bahan baku, harga bahan baku, jumlah bahan baku, serta kandungan nutrisi yang terkandung dalam pakan dan bahan baku yang akan digunakan. Namun, anda dapat memasukkan data – data lainnya yang berhubungan dengan penghitungan formulasi. Dalam layar komputer akan terlihat *worksheet* seperti contoh *print screen* di bawah ini :

	No	JENIS BAHAN BAKU	JUMLAH BAHAN BAKU	HARGA (Rp)		KADAR PROTEIN (%)		KADAR LEMAK (%)		KADAR KARBOHIDRAT (%)	
2				BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN
3	1	Tepung jagung									
4	2	dedak padi									
5	3	Tepung terigu									
6	4	Tepung kedelai									
7	5	Tepung ikan									
8	6	Tepung kanji									
9	7	Vitamin premik									
10	8	Mineral									
11	9	Silase Ikan									
12		MIN					[illegible]		[illegible]		[illegible]
13		Nutrien Pakan									
14		MAX					[illegible]		[illegible]		[illegible]

Gambar 2. Hasil Printscreen Langkah 1

Setelah melalui Langkah 1, tahukah anda langkah apa yang akan dilakukan untuk melengkapi data – data tersebut ?

Langkah 2

Masukkan kandungan nutrisi dalam bahan (%), harga bahan (Rp) serta jumlah bahan (%)

Ya, selanjutnya masukkan nilai nutrisi yang terkandung dalam setiap bahan baku. Informasi mengenai nilai gizi/nutrisi dapat anda peroleh melalui referensi hasil analisa proksimat. Misalnya berdasarkan hasil analisis proksimat, diketahui bahwa tepung jagung mengandung protein sebesar 7,63%, lemak 4,43%, dan karbohidrat 74,23%. Maka, anda dapat memasukkan kandungan protein tepung jagung pada kolom kadar protein, kandungan lemak pada kolom kadar lemak, dan kandungan karbohidrat pada kolom kadar karbohidrat. Lakukan hal yang sama untuk jenis bahan baku lainnya. Sebagai catatan, bahwa kandungan nutrisi yang dimasukkan dalam *worksheet*, tidak terbatas hanya dari kadar protein, karbohidrat atau lemaknya saja. Akan tetapi, dapat anda

lengkapi dengan nutrisi lain yang terkandung dalam bahan baku pakan, seperti kadar air, kadar abu atau BETN.

Perhatikanlah contoh yang tertampil pada Gambar 3 dibawah ini !

No	JENIS BAHAN BAKU	JUMLAH BAHAN BAKU	HARGA (Rp)		KADAR PROTEIN (%)		KADAR LEMAK (%)		KADAR KARBOHIDRAT (%)	
			BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN
1	Tepung jagung		15.000		7,63		4,43		74,23	
2	dedak padi		2.000		11,35		12,15		28,62	
3	Tepung terigu		8.000		8,90		1,30		77,30	
4	Tepung kedelai		17.000		39,60		14,30		29,50	
5	Tepung ikan		20.000		62,65		15,38		5,81	
6	Tepung kanji		3.000		0,41		0,54		86,40	
7	Vitamin premik		25.000		0,00		0,00		0,00	
8	Mineral		25.000		0,00		0,00		0,00	
9	Silase Ikan		2.500		18,20		1,20		0,00	
	MIN					29,5		8,00		30,00
	Nutrien Pakan									
	MAX					30,4		10,00		35,00

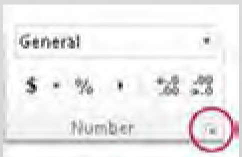
Gambar 3. Hasil Printscreen Langkah 2

Catatan Penting !

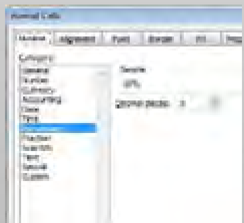
Sebelumnya, pada kolom jumlah bahan baku, anda harus merubah bentuk sel menjadi format PERCENTAGE.

Bagaimana caranya ?

- Pada tab **Beranda**, dalam grup **Angka**, klik ikon di samping **Angka** untuk menampilkan kotak dialog **Format Sel**.



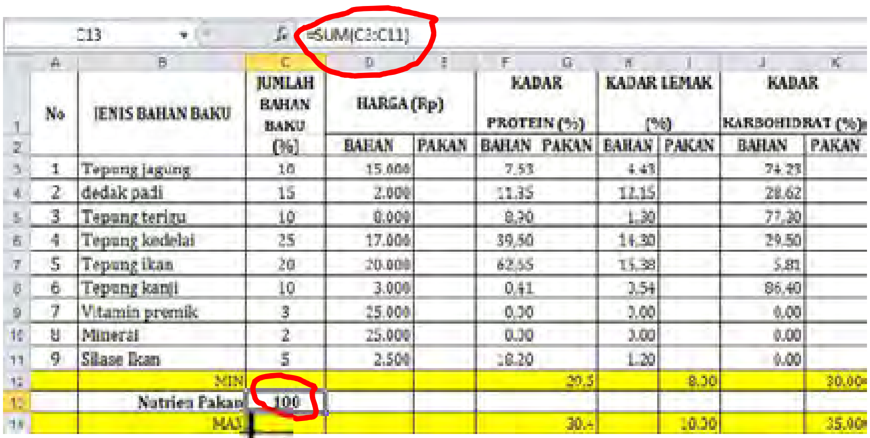
- Di kotak dialog **Format Sel**, dalam daftar **Kategori**, klik **Persentase**.



- Di kotak **Tempat desimal**, masukkan jumlah angka desimal yang akan ditampilkan. Misalnya, jika Anda ingin melihat **10%** bukannya **10,00%**, masukkan **0** di kotak **Tempat desimal**

Jika akan memasukkan data mengenai harga barang, maka perlu dilakukan survei harga pada setiap bahan baku. Pengetahuan tentang harga bahan ini berguna untuk mengetahui biaya bahan yang dikeluarkan dalam pembuatan pakan, sehingga dapat membantu dalam menentukan harga jual pakan yang telah dibuat.

Untuk melengkapi data jumlah bahan baku di dalam tabel seperti pada Gambar 3, anda dapat melakukannya menggunakan perkiraan jumlah bahan seperti yang telah dipelajari dalam metode *trial and error.* Akan tetapi, sebelum anda melengkapi data – data pada jumlah bahan tersebut, anda harus menentukan batasan minimum dan maksimum dari berbagai bahan yang digunakan. Misal, pakan untuk ikan mas yang akan dibuat harus mengandung nutrisi, seperti protein sebesar 30%, karbohidrat sekitar 35% dan lemak < 10%.


C13 =SUM(C3:C11)

No	JENIS BAHAN BAKU	JUMLAH BAHAN BAKU (%)	HARGA (Rp)		KADAR PROTEIN (%)		KADAR LEMAK (%)		KADAR KARBOHIDRAT (%)	
			BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN
1	Tepung jagung	10	15.000		7.53		4.43		74.23	
2	dedak padi	15	2.000		11.35		12.15		28.62	
3	Tepung terigu	10	8.000		8.30		1.30		77.20	
4	Tepung kedelai	25	17.000		39.50		14.30		29.50	
5	Tepung ikan	20	20.000		62.65		15.38		5.81	
6	Tepung kanji	10	3.000		0.41		3.54		86.40	
7	Vitamin premik	3	25.000		0.30		3.00		0.00	
8	Mineral	2	25.000		0.30		3.00		0.00	
9	Silase Ikan	5	2.500		18.20		1.20		0.00	
	MIN					29.5		8.30		30.00
	Nutrien Pakan	100								
	MAX					30.4		10.30		35.00

Jumlah seluruh bahan baku adalah 100 (%). Pada kolom ini, ketik rumus :=SUM(C3:C11). Yang berarti jumlah seluruh bahan baku haruslah 100%.

Gambar 4.Contoh tampilan penghitungan jumlah bahan baku

Mengeksplorasi

Carilah informasi dari sumber referensi lainnya terkait dengan harga dan nutrisi yang terkandung dalam bahan baku pakan pada contoh di atas! Masukkan data tersebut dalam tabel

Perhatikan batasan maksimum dan minimum yang tertulis dalam tabel pada Gambar 4 diatas. Dapat terlihat bahwa batasan minimum protein yang terkandung dalam pakan adalah 29,5% dan batasan maksimumnya 30,4%. Lemak dengan batasan minimum sebesar 8% dan batasan maksimum sebesar 10%, sedangkan karbohidrat dengan batasan minimum dan maksimum masing – masing sebesar 30% dan 35%. Batasan – batasan tersebut mengandung makna bahwa nilai nutrisi yang diperoleh dari jumlah bahan baku yang ditentukan tidak boleh melebihi atau kurang dari nilai nutrisi yang diinginkan terkandung di dalam pakan.

Menurut anda, berapa nilai nutrisi yang dihasilkan, apabila jumlah bahan baku yang digunakan tertuang seperti pada tabel tersebut ? Bagaimana dengan nilainya, apakah berada diantara batasan minimum dan maksimum ? Untuk dapat mengetahuinya, mari kita lanjutkan pada Langkah 3.

Langkah 3

Menghitung kesesuaian kadar nutrisi yang diinginkan dengan jumlah bahan yang digunakan

Lakukan penghitungan nutrisi pada kandungan proteinnya terlebih dahulu. Kemudian cocokkan dengan batasan yang sudah ditentukan. Lihat Gambar 5 di bawah ini.

M3 fx

No	JENIS BAHAN BAKU	JUMLAH BAHAN BAKU	HARGA (Rp)		KADAR PROTEIN (%)	
			BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN
1	Tepung jagung	10%	15.000		7,63	0,7[illegible]
2	dedak padi	15%	2.000		11,35	1,70
3	Tepung terigu	10%	8.000		8,90	0,89
4	Tepung kedelai	25%	17.000		39,60	9,90
5	Tepung ikan	20%	20.000		62,65	12,53
6	Tepung kanji	10%	3.000		0,41	0,04
7	Vitamin premik	3%	25.000		0,00	0,00
8	Mineral	2%	25.000		0,00	0,00
9	Silase Ikan	5%	2.500		18,20	0,91
	MIN					29,5
	Nutrien Pakan	100%				26,74
	MAX					30,4

fx =F3*C3

fx =SUM(G3:G11)

Gambar 5. Hasil Printscreen Perhitungan Kadar protein

Perhatikan angka – angka yang terdapat di dalam lingkaran hitam. Bagaimanakah cara untuk memperoleh angka – angka tersebut ?

Angka – angka tersebut diperoleh dengan rumus :

> Protein dalam pakan = Jumlah bahan baku (%) X kadar protein yang terkandung dalam bahan

Dalam program *excell*, dapat dituliskan menjadi =F3*C3. Lakukan cara yang sama untuk bahan – bahan yang lain, sehingga diperoleh nilai protein yang terkandung dalam masing – masing bahan baku sesuai dengan jumlah bahan yang ditentukan.

Sekarang perhatikan angka 26,74 yang terdapat di dalam lingkaran merah. Angka tersebut diperoleh dari jumlah total protein yang terkandung dalam masing – masing bahan pakan, yaitu 0,76% + 1,70%+ 0,89% + 9,90% + 12,53% + 0,04% + 0,00% + 0,00% + 0,91% = 26,74%. Dalam program excell, angka 2,76 dapat diperoleh dengan rumus =SUM(G3:G11).

Lakukan Langkah 3 ini untuk mendapatkan semua nilai nutrisi yang terkandung dalam pakan, termasuk untuk mengetahui biaya operasional bahan baku yang harus dikeluarkan, sehingga diperoleh hasil seperti pada Gambar 6 di bawah ini :

No	JENIS BAHAN BAKU	JUMLAH BAHAN BAKU	HARGA (Rp)		KADAR PROTEIN (%)		KADAR LEMAK (%)		KADAR KARBOHIDRAT (%)	
			BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN
1	Tepung jagung	10%	15 000	1 500	7,63	0,76	4,43	0,44	74,23	7,42
2	dedak padi	15%	2 000	300	11,35	1,70	12,15	1,82	28,52	4,29
3	Tepung terigu	10%	8 000	800	8,90	0,89	1,30	0,13	77,30	7,73
4	Tepung kedelai	25%	17 000	4 250	39,60	9,90	14,30	3,58	29,50	7,38
5	Tepung ikan	20%	20 000	4 000	62,65	12,53	15,38	3,08	5,31	1,16
6	Tepung kanji	10%	3 000	300	0,41	0,04	0,54	0,05	86,40	8,64
7	Vitamin premik	3%	25 000	750	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Mineral	2%	25 000	500	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Silase Ikan	5%	2 500	125	18,20	0,91	1,20	0,06	0,00	0,00
	MIN					29,5		8,00		30,00
	Nutrien Pakan	100%		12.525		26,74		9,16		36,62
	MAX					30,4		10,00		35,00

Gambar 6. Hasil Printscreen Perhitungan Kadar Lemak dan Karbohidrat

Dari hasil perhitungan tersebut, terlihat bahwa nilai protein yang terkandung dalam pakan hanya sekitar 26,74% dari nilai 30% yang diinginkan. Sementara nilai yang terdapat pada kandungan lemak masih berada pada batasan minimum – maksimum, yaitu sekitar 9,16%. Dan nilai karbohidrat dalam pakan yang diperoleh melebihi batas maksimum, yaitu sebesar 36,62%. Oleh karena nilai protein dan karbohidrat belum sesuai dengan nilai nutrisi yang diinginkan pada awalnya, sehingga harus dilakukan perhitungan ulang sampai diperoleh nilai yang sesuai dengan rencana. Dalam menghitung kebutuhan jumlah bahan baku selanjutnya harus ditambahkan bahan baku yang mempunyai kadar protein tinggi dan mengurangi bahan baku yang kandungan karbohidratnya tinggi. Oleh karena itu harus dibuat kembali *worksheet* selanjutnya seperti Gambar 7 di bawah ini :

No	JENIS BAHAN BAKU	JUMLAH BAHAN (%)	HARGA (Rp)		KADAR PROTEIN (%)		KADAR LEMAK (%)		KADAR KARBOHIDRAT (%)	
			BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN
1	Tepung jagung	8	15.000	1.200	7,63	0,61	4,43	0,35	74,23	5,94
2	dedak padi	11	2.000	220	11,35	1,25	12,15	1,34	28,62	3,15
3	Tepung terigu	11	8.000	880	8,90	0,98	1,30	0,14	77,30	8,50
4	Tepung kedelai	25	17.000	4.250	39,60	9,90	14,30	3,58	29,50	7,38
5	Tepung ikan	27	20.000	5.400	62,65	16,92	15,38	4,15	5,81	1,57
6	Tepung kanji	10	3.000	300	0,41	0,04	0,54	0,05	86,40	8,64
7	Vitamin premik	3	25.000	750	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Mineral	2	25.000	500	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Silase Ikan	3	2.500	75	18,20	0,55	1,20	0,04	0,00	0,00
	MIN					30,3		8,00		30,00
	Nutrien Pakan	100		12.575		30,21		9,65		35,17
	MAX					31,3		10,00		35,00

Gambar 7. Contoh Perhitungan Ulang Kandungan Nutrisi pakan

Perhatikan nutrisi pakan yang terdapat dalam tabel pada Gambar 7 di atas. Diketahui bahwa nilai kadar protein, lemak dan karbohidrat telah sesuai dengan yang diinginkan, dimana nilainya berada antara batas minimum – maksimum. Dan dengan komposisi tersebut, diperoleh bahwa biaya bahan baku yang dikeluarkan untuk membuat 1 kg pakan ikan sebesar Rp. 13.575,00.

Setelah mendapatkan kadar nutrisi bahan baku pakan sesuai dengan yang diinginkan, maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai P/e ratio yang diperoleh dari komposisi bahan baku tersebut. Berapakah nilai P/e ratio yang anda peroleh ?

Cocokkan jawaban anda dengan Gambar 8 di bawah ini :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	No	JENIS BAHAN BAKU	JUMLAH BAHAN (%)	HARGA (Rp)		KADAR PROTEIN (%)		KADAR LEMAK (%)		KADAR KARBOHIDRAT (%)	
2				BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN	BAHAN	PAKAN
3	1	Tepung jagung	8	15.000	1.200	7,63	0,61	4,43	0,35	74,23	5,94
4	2	dedak padi	11	2.000	220	11,35	1,25	12,15	1,34	28,62	3,15
5	3	Tepung terigu	11	8.000	880	8,90	0,98	1,30	0,14	77,30	8,50
6	4	Tepung kedelai	25	17.000	4.250	39,60	9,90	14,30	3,58	29,50	7,38
7	5	Tepung ikan	27	20.000	5.400	62,65	16,92	15,38	4,15	5,81	1,57
8	6	Tepung kanji	10	3.000	300	0,41	0,04	0,54	0,05	86,40	8,64
9	7	Vitamin premik	3	25.000	750	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	8	Mineral	2	25.000	500	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	9	Silase Ikan	3	2.500	75	18,20	0,55	1,20	0,04	0,00	0,00
12		MIN					30,0		8,00		30,00
13		**Nutrien Pakan**	**100**		**13.575**		**30,24**		**9,65**		**35,17**
14		MAX					31,0		10,00		35,00
15		JUMLAH (bagian)					302,40		96,52		351,73
16		DE (kkal/g)					4,48		7,52		3,28
17		JUMLAH KALORI					1354,8		725,79		1153,7
18		TOTAL KALORI	3234,25								
19		EPR	10,70								

fx =C18/G15

fx =G15*G16

Gambar 8. Tampilan Perhitungan Nilai P/e Ratio

Eksplorasi

Perhatikan tabel 7,8 dan 9 dibawah ini ! Dari ketiga tabel tersebut, buatlah formulasi pakan untuk ikan mas sesuai dengan persyaratan nutrisinya menggunakan minimal 5 jenis bahan baku dengan biaya bahan sekecil mungkin!

Tabel 7. Data Jenis Bahan Pakan, Energi dan kandungan Nutrisi

Bahan Makanan	Energi Metabolisme (kkal/kg)	Protein Kasar (%)	Lemak Kasar (%)	Karbohidrat (%)
Tepung Jagung	3.420	9,0	3,8	74,23
Sorghum	3.320	10,7	2,8	72,75
Padi	2.670	7,5	1,7	28
Sagu	3.510	0,7	0,2	85,9
Dedak padi	1.950	10,2	7,9	28,62
Molase	1.950	3,0	0,0	21,7
Bungkil kelapa	1.760	20,5	6,7	23,77
Bungkil kedelai	2.200	41,7	3,5	11,4
Kedelai	2.420	37,0	17,9	11,5
Tepung daun turi	1.550	31,7	1,9	4,73
Tepung daun lamtoro	1.600	23,2	2,4	5,40
Tepung ikan	2.420	53,9	4,2	5,81
Tepung darah	2.240	80,1	1,6	-
Tepung daging	1.910	50,0	8,6	0,8
Vitamin	-	-	-	-
Mineral	-	-	-	-
CMC	-	-	-	-

Tabel 8. Data Kebutuhan Nutrisi Ikan Mas

Jenis Nutrisi	Kebutuhan
Protein	30 – 35 %
Karbohidrat	30 – 40 %
Lemak	5 – 15 %
Energi	13 – 15 kkal

Tabel 9. Harga Bahan Baku Pakan

Bahan Makanan	Harga (Rp)/kg
Jagung	10.000
Sorghum	1.800
Padi	3.500
Sagu	10.500
Dedak padi	3.500
Molase	1.200
Bungkil kelapa	1.300
Bungkil kedelai	4.900
Kedelai	8.500
Tepung daun turi	2.500
Tepung daun lamtoro	2.500
Tepung ikan	20.000
Tepung darah	8.000
Tepung daging	13.000
Vitamin premix	30.000/500 g
Mineral mix	30.000/500 g

Mengasosiasi

- ✓ Lihatlah jawaban salah satu teman anda yang lain, adakah perbedaannya ?
- ✓ Masukkan analisa perbandingan jawaban anda dengan teman anda tersebut dalam Tabel 10 di bawah ini !

Tabel 10. Analisa Perbandingan Jawaban

Parameter	Jawaban Anda	Jawaban Teman Anda
Jumlah bahan yang digunakan	1. Nabati :.................jenis 2. Hewani: ....jenis 3. Limbah industri: ....jenis 4. Bahan tambahan: ....jenis	1. Nabati :..................jenis 2. Hewani: ....jenis 3. Limbah industri: ....jenis 4. Bahan tambahan: .... jenis

Tabel 10. Analisa Perbandingan Jawaban

Parameter	Jawaban Anda	Jawaban Teman Anda
Jumlah bahan yang digunakan	5. Nabati :.................jenis 6. Hewani: ....jenis 7. Limbah industri: ....jenis 8. Bahan tambahan: ....jenis	5. Nabati :..................jenis 6. Hewani: ....jenis 7. Limbah industri: ....jenis 8. Bahan tambahan: .... jenis
Komposisi bahan yang digunakan	1. .... 2. .... 3. .... 4. .... 5. .... dst	1. .... 2. .... 3. .... 4. .... 5. .... dst
Kadar Protein (%)	....	....
Kadar Lemak (%)	....	....
Kadar Karbohi-drat (%)	....	....
Biaya bahan (Rp)	....	....

Mengkomunikasikan

Kesimpulan apa yang anda peroleh dari analisa tersebut ? Laporkan jawaban anda pada guru.

3). Metode *Pearson's Square*

Metode ini dikembangkan oleh Karl Pearson, yang pada abad ke 19 telah menjadi pelopor penggunaan metode statistik dalam berbagai penelitian bidang biologi maupun pemecahan berbagai permasalahan yang bersifat sosio ekonomis. Metode ini biasanya digunakan untuk menggambarkan kadar nutrisi protein, lemak, karbohidrat atau nutrisi lain yang diperlukan oleh biota air, seperti vitamin dan mineral.

Dasar dalam penyusunan formulasi pakan menggunakan metode ini adalah adanya pembagian tingkatan protein bahan - bahan pakan. Tingkatan tersebut dibagi menjadi 2, yaitu **protein basal** dan **protein suplemen**. Tahukah anda perbedaan dari protein basal dan protein suplemen ? Perhatikan Tabel 11 di bawah ini !

Tabel 10. Jenis bahan baku dan kandungan Nutrisinya

JENIS BAHAN BAKU	PROTEIN (%)	KARBH(%)	LEMAK (%)	TINGKATAN PROTEIN	
				BASAL	SUPLEMEN
Tepung terigu	8,90	77,30	1,30	√	
Tepung kedelai	39,6	29,50	14,30		√
Tepung daun turi	27,54	21,30	4,73		√
Tepung jagung	7,63	74,23	4,43	√	
Tepung ikan import	62,65	5,81	15,38		√
Tepung rebon	59,40	3,20	3,60		√
Dedak padi	11,35	28,62	12,15	√	
Tepung bekicot	54,29	30,45	4,18		√
Bungkil kelapa sawit	18,7	64	4,5	√	
Tepung kepala udang	53,74	0	6,65		√
Tepung darah	71,45	13,32	0,42		√
Silase ikan	18,20	-	1,20	√	
Ampas tahu	23,55	43,45	5,54		√

Menanya

Setelah mengamati Tabel 11 di atas, berilah tanda (√) pada kolom kosong yang anda pilih di bawah ini !

Rentang protein (%)	Tingkatan protein	
	Basal	Suplemen
0,00 – 10,00		
10,01 – 20,00		
20,01 – 30,00		
30,01 – 40,00		
40,01 – 50,00		
50,01 – 60,00		
>60,01		

Mengeksplorasi

Dengan melihat tabel di atas, menurut anda apakah yang dimaksud dengan protein basal ? Dan apa pula yang dimaksud dengan protein suplemen ?

- ✓ Protein basal adalah ....
  ....
- ✓ Protein suplemen adalah ....
  ....

Mengasosiasi

Bandingkan jawaban anda dengan teman anda. Adakah perbedaannya ? Kesimpulan apa yang bisa anda peroleh mengenai protein basal dan suplemen?

Mengkomunikasikan

Laporkan pekerjaan anda pada guru.

Eksplorasi

Carilah informasi sebanyak – banyaknya mengenai berbagai macam jenis bahan baku beserta kandungan nutrisinya ! Kemudian kelompokkan bahan baku tersebut dalam 2 bagian dengan mengisi Tabel 12 di bawah ini (minimal 8 bahan baku pada masing – masing bagian) !

Tabel 12. Jenis Bahan Baku Yang Termasuk Dalam Protein Basal dan Suplemen

TINGKATAN PROTEIN	NAMA BAHAN BAKU
BASAL	1. .... 2. .... 3. .... 4. .... 5. .... 6. .... 7. .... 8. ....
SUPLEMEN	1. .... 2. .... 3. .... 4. .... 5. .... 6. .... 7. .... 8. ....

Catatan Penting !

- ✓ *Protein Basal adalah semua bahan baku pakan, baik nabati, hewani dan limbah industri, yang memiliki kandungan protein* ***kurang dari 20%****.*
- ✓ *Protein Suplemen adalah semua bahan baku pakan, baik nabati, hewani dan limbah industri, yang memiliki kandungan protein* ***lebih dari 20%****.*

Beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam menggunakan metode ini adalah :

- ✓ Nilai protein yang diletakkan di tengah kotak harus memiliki nilai di antara rata – rata protein basal dan suplemen yang diletakkan di sisi kiri kotak

Tepung ikan	60%	
		30 %
Tepung jagung	11%	

Kandungan protein yang diinginkan, yaitu sebesar 30%, yang berada di tengah kotak memiliki nilai diantara 11% (tepung jagung) dan 60% (tepung ikan). Apabila tepung ikan digantikan dengan bahan baku lain seperti silase ikan yang memiliki kandungan protein sebesar 18%, maka metode perhitungan tidak akan bisa dilakukan, karena nilai 30% berada diluar nilai 11% dan 18%.

- ✓ Abaikan hasil yang diperoleh dari pengurangan antara protein yang diinginkan dengan protein yang terkandung dalam bahan (terletak di sebelah kanan kotak), **jika hasilnya negatif**

Metode *Pearson's square* digunakan dalam penyusunan formulasi pakan menggunakan 2 bahan baku pakan, menggunakan lebih dari 2 bahan baku, menggunakan lebih dari 2 bahan baku dengan penentuan jumlah/bagian bahan yang digunakan, atau menggunakan kombinasi beberapa bahan baku yang sudah ditetapkan persentasenya.

a) Formulasi pakan menggunakan dua bahan baku

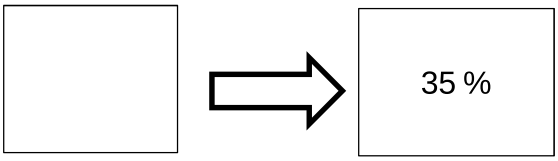
Contoh Soal

Akan dibuat pakan sebanyak 5 kg dengan kandungan protein 35% menggunakan bahan baku berupa tepung ikan (mengandung 65% protein) dan dedak (mengandung 12% protein). Hitunglah kebutuhan masing – masing bahan !

Berikut ini adalah langkah – langkah yang dilakukan untuk menyusun formulasinya:

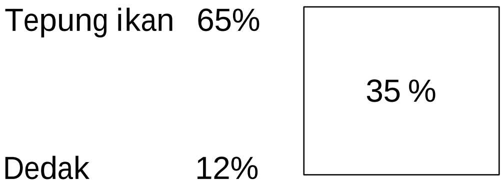
Langkah 1

Buat kotak segi empat, kemudian cantumkan nilai protein yang diinginkan di tengah – tengah kotak segi empat yang telah dibuat



Langkah 2

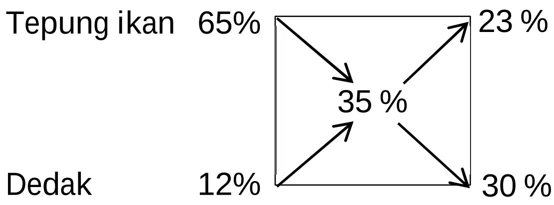
Letakkan nilai protein masing – masing bahan baku yang telah ditentukan di sudut kiri atas dan bawah kotak segi empat



Nilai protein bahan baku dapat diletakkan secara terbalik, misalnya untuk nilai protein dedak halus (12%) diletakkan di sudut kiri atas bawah, sedangkan nilai protein tepung ikan (65%), diletakkan pada sudut kiri bawah.

Langkah 3

Kurangkan jumlah protein yang terdapat dalam bahan baku dengan protein yang diinginkan dalam kotak dan letakkan hasilnya secara diagonal di sudut kanan kotak (tanda positif maupun negatif tidak perlu dicantumkan)



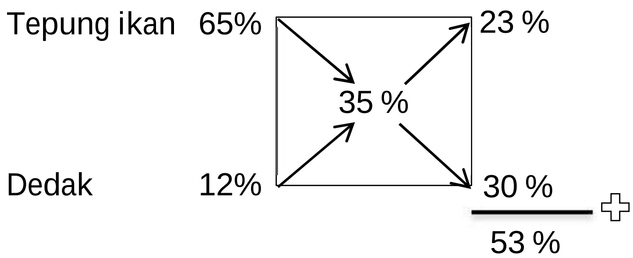
Nilai 30 % pada sudut kanan bawah kotak segi empat diperoleh dari : 65 % - 35 % = 30%; sedangkan Nilai 23 % pada sudut kanan atas kotak segi empat diperoleh dari : 12 % - 35 % = -(23 %) (**abaikan tanda negatifnya**).

Catatan Penting

Hasil pengurangan harus selalu diletakkan secara diagonal.

Langkah 4

Jumlahkan kedua hasil pengurangan tersebut



Langkah 5

Menghitung kebutuhan setiap bahan baku untuk memperoleh komposisi bahan baku yang diperlukan

Kebutuhan setiap bahan baku diperoleh dengan membagi hasil pengurangan (Langkah 3) dengan jumlah hasil pengurangan (Langkah 4) dikalikan dengan 100%. Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\text{Tepung ikan} = \frac{23\%}{53\%} \times 100\% = 43,40\ \%$$

Dedak = $\frac{30\%}{53\%}$ x 100% = 56,60 %

Jadi, untuk membuat pakan yang mengandung 35% protein, membutuhkan bahan berupa tepung ikan sebanyak 43,40% dan dedak sebanyak 56,60%.

Langkah 6

Membuktikan perolehan hasil perhitungan

Untuk membuktikan bahwa dalam komposisi tersebut mengandung kadar protein 35% dilakukan dengan mengalikan kandungan protein pada bahan baku dengan kandungan protein yang digunakan seperti pada Tabel 13, sebagai berikut :

Tabel 13. Nama Bahan, Kandungan Protein, jumlah bahan dan hasil Kali

Nama bahan	**Kandungan protein dalam bahan baku** (a)	**Jumlah bahan yang dibutuhkan** (b)	**Hasil kali** (axb)
Tepung ikan	65	43,40%	28,21
Dedak	12	56,60%	6,80
Jumlah protein dalam pakan (%)			**35,01**

Langkah 7

Menghitung kebutuhan setiap bahan baku dalam bentuk bobot kering

Untuk membuat pakan berprotein 35% sebanyak 5 kg (5.000 gram) diperlukan bahan baku tepung ikan dan dedak, dengan komposisi sebagai berikut :

- ✓ Tepung ikan = 43,40% X 5000 gram = 2.170 gram
- ✓ Dedak = 56,60% X 5000 gram = 2.830 gram.

Jumlah total seluruh bahan adalah:
2.170 gram + 2.830 gram = 5.000 gram

Eksplorasi

Pilihlah 2 jenis bahan baku yang akan anda gunakan untuk membuat pakan ikan lele berprotein 35%, sebanyak 3 kg. Kemudian hitunglah komposisinya, kebutuhan bobot kering masing – masing bahan baku dan biaya yang dikeluarkan !

Mengasosiasi

Bandingkan jawaban anda dengan jawaban teman anda. Apakah terdapat perbedaan pemilihan bahan baku ? Alasan apa yang mendasari pengambilan bahan baku tersebut ? Kesimpulan apa yang anda peroleh berkaitan dengan adanya perbedaan pemilihan bahan baku dan biaya yang harus dikeluarkan untuk membuat pakan tersebut ?

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja anda tersebut di depan kelas dan laporkan hasilnya pada guru anda.

b) Formulasi pakan menggunakan lebih dari dua bahan baku

Pakan ikan yang dibuat menggunakan lebih dari 2 bahan baku sangat memungkinkan untuk diselesaikan menggunakan metode *Pearson's square*. Satu hal yang perlu diperhatikan jika menggunakan lebih dari 2 bahan baku adalah pengelompokkan setiap bahan baku tersebut ke dalam protein basal dan suplemen. Masih ingatkah anda dengan perbedaan antara protein basal dan suplemen ?

Contoh Soal

Akan dibuat pakan untuk ikan patin berprotein 40% sebanyak 10 kg menggunakan bahan baku sebagai berikut :

Jenis bahan baku	Kandungan Protein (%)
Tepung ikan	62,65 (%)
Tepung kedelai	39,60 (%)
Dedak halus	11,35 (%)
Tepung terigu	8,90 (%)
Tepung jagung	7,63 (%)

- ✓ *Tentukan komposisi yang tepat dari masing – masing bahan baku tersebut !*
- ✓ *Hitunglah bobot kering masing – masing bahan baku yang dibutuhkan !*

Berikut ini adalah langkah – langkah yang dilakukan untuk menyusun formulasinya:

Langkah 1

Kelompokkan bahan baku yang tergolong ke dalam protein basal dan protein suplemen. Kemudian jumlah dan rata – ratakan

Sebagai pengingat kembali, bahwa yang dimaksud dengan protein basal adalah seluruh bahan baku yang memiliki nilai protein < 20%, dan protein suplemen adalah seluruh bahan baku yang memiliki nilai protein > 20%. Dari tabel bahan baku

di atas, diperoleh kelompok protein suplemen dan protein basal sebagai berikut :

Protein Basal (%)		**Protein Suplemen (%)**	
Dedak halus	11,35	Tepung ikan	62,65
Tepung terigu	8,90	Tepung kedelai	39,60
Tepung jagung	7,63		
Jumlah	27,88 %	Jumlah	102,25 %
Rata – rata	**9,29 %**	**Rata – rata**	**51,13 %**

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa rata – rata protein basal sebesar 9,29% (diperoleh dari 27,88% : 3) dan rata – rata protein suplemen sebesar 51,13% (diperoleh dari 102,25% : 2).

Setelah diketahui rata – rata protein basal dan suplemen, langkah selanjutnya adalah menghitung komposisi antara protein basal dan suplemen. Langkah penghitungannya sama seperti pada langkah penghitungan menggunakan 2 bahan baku.

Langkah 2

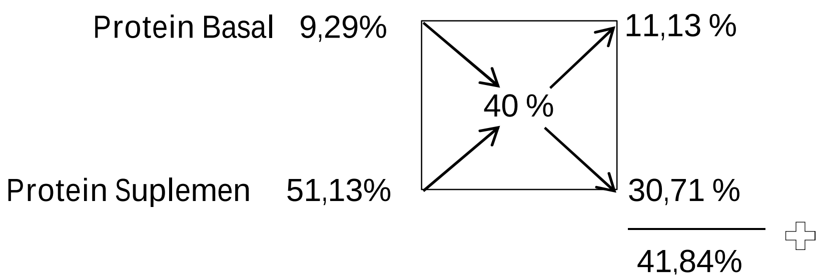
Buat kotak segi empat, dan cantumkan nilai protein yang diinginkan di tengah – tengah kotak segi empat yang telah dibuat. Kemudian letakkan rata - rata nilai protein basal dan suplemen di sisi kiri atas dan bawah kotak segi empat.

Protein Basal 9,29%		
	40 %	
Protein Suplemen 51,13%		

Langkah 3

Kurangkan jumlah protein yang terdapat dalam bahan baku dengan protein yang diinginkan dalam kotak dan letakkan hasilnya secara diagonal (berlawanan) di sudut kanan kotak (tanda positif maupun negatif tidak perlu dicantumkan).

Selanjutnya, jumlahkan hasil pengurangannya.



Nilai 30,71 % pada sisi kanan bawah kotak segi empat diperoleh dari : 9,29 % - 40 % = 30,71% (**tanda negatif diabaikan**); dan Nilai 11,13 % pada sisi kanan atas kotak segi empat diperoleh dari : 51,1,3 % - 40 % = 11,13 %.

Langkah 4

Menghitung kebutuhan setiap bahan baku untuk memperoleh komposisi bahan baku yang diperlukan

Kebutuhan setiap bahan baku diperoleh dengan membagi hasil pengurangan dengan jumlah hasil pengurangan dikalikan 100%. Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

Protein Basal $= \frac{11{,}13\%}{41{,}84\%} \times 100\% = 26{,}60\ \%$

Protein Suplemen $= \frac{30,71\%}{41,84\%}$ x 100% = 73,40 %

Jadi, untuk membuat pakan yang mengandung protein 40%, membutuhkan protein basal sebanyak 26,60% dan protein suplemen sebesar 73,40%.

Oleh karena bahan baku yang termasuk dalam protein basal ada tiga, yaitu dedak halus, tepung terigu dan tepung jagung, maka komposisi maing – masing bahan baku adalah :

- ✓ Dedak halus = 26,60% : 3 = 8,87%
- ✓ Tepung terigu = 26,60% : 3 = 8,87%
- ✓ Tepung jagung = 26,60% : 3 = 8,87%

Sedangkan bahan baku yang termasuk dalam protein suplemen ada dua, yaitu tepung ikan dan tepung kedelai, maka komposisi masing – masing bahan baku adalah:

- ✓ Tepung ikan = 73,40% : 2 = 36,70%
- ✓ Tepung kedelai = 73,40% : 2 = 36,70%

Langkah 5

Membuktikan perolehan hasil perhitungan

Untuk membuktikan bahwa dalam komposisi tersebut mengandung kadar protein 40% dilakukan dengan mengalikan kandungan protein pada bahan baku dengan kandungan protein yang digunakan, sebagai berikut :

Nama bahan	**Kandungan protein dalam bahan baku** (a)	**Jumlah bahan yang dibutuhkan** (b)	**Hasil kali** (axb)
Tepung ikan	62,65	36,70 %	22,99 %
Tepung kedelai	39,60	36,70 %	14,53 %
Dedak halus	11,35	8,87 %	1,01 %
Tepung terigu	8,90	8,87 %	0,79 %
Tepung jagung	7,63	8,87 %	0,68 %
Jumlah protein dalam pakan (%)			**40**

Langkah 6

Menghitung kebutuhan setiap bahan baku dalam bentuk bobot kering

Untuk membuat pakan berprotein 40% sebanyak 10 kg (10.000 gram) diperlukan bahan baku dengan komposisi sebagai berikut :

✓ Tepung ikan	= 36,70% X 10.000 gram	= 3.670 gram
✓ Tepung kedelai	= 36,70% X 10.000 gram	= 3.670 gram
✓ Dedak halus	= 8,87% X 10.000 gram	= 887 gram
✓ Tepung jagung	= 8,87% X 10.000 gram	= 887 gram
✓ Tepung terigu	= 8,87% X 10.000 gram	= 887 gram

Eksplorasi

Pilihlah 3 jenis bahan baku hewani dan 3 jenis bahan baku nabati yang akan anda gunakan untuk membuat pakan ikan nila berprotein 30%, sebanyak 5 kg. Kemudian hitunglah komposisinya, kebutuhan bobot kering masing – masing bahan baku dan biaya yang dikeluarkan !

Mengasosiasi

Bandingkan jawaban anda dengan jawaban teman anda. Apakah terdapat perbedaan pemilihan bahan baku ? Alasan apa yang mendasari pengambilan bahan baku tersebut ? Kesimpulan apa yang anda peroleh berkaitan dengan adanya perbedaan pemilihan bahan baku dan biaya yang harus dikeluarkan untuk membuat pakan tersebut ?

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja anda tersebut di depan kelas dan laporkan hasilnya pada guru anda.

c) Formulasi pakan menggunakan beberapa macam bahan baku yang sudah ditentukan persentasenya.

Contoh Soal

Akan dibuat pakan untuk ikan patin berprotein 40% sebanyak 10 kg menggunakan bahan baku sebagai berikut :

Jenis bahan baku	Kandungan Protein (%)
Tepung ikan	62,65 (%)
Tepung kedelai	39,60 (%)
Dedak halus	11,35 (%)
Tepung terigu	8,90 (%)
Tepung jagung	7,63 (%)

Kedalam bahan akan pakan diberikan tambahan tepung kanji sebanyak 10% (proteinnya diabaikan), vitamin premix sebanyak 3% dan mineral 2%.

- ✓ *Tentukan komposisi yang tepat dari masing – masing bahan baku tersebut !*
- ✓ *Hitunglah bobot kering masing – masing bahan baku yang dibutuhkan !*

Penyelesaian:

Langkah 1

Menghitung jumlah bahan baku utama dan tambahan

Dari contoh soal di atas, kelompokkan bahan – bahan tersebut ke dalam bahan baku utama dan tambahan/pelengkap.

Jenis bahan baku	Kandungan protein dalam bahan
Bahan Tambahan :	
Tepung kanji, sebanyak 10 %	
Vitamin, sebanyak 3 %	
Mineral, sebanyak 2 %	
Jumlah bahan tambahan : 10% + 3% + 2% = 15 %	
Bahan Utama :	
Tepung ikan	62,65 (%)
Tepung kedelai	39,60 (%)
Dedak halus	11,35 (%)
Tepung terigu	8,90 (%)
Tepung jagung	7,63 (%)
Jumlah bahan utama = 100 % - 15 % = 85 %	

Harus diingat bahwa jumlah bahan tambahan adalah sebesar 15% yang diperoleh dari total penambahan tepung kanji (10%), vitamin (3%) dan mineral (2%). Sedangkan baku utama sebesar 85 %, yang diperoleh dari pengurangan jumlah total bahan (100%) dengan jumlah bahan tambahan (15%).

Langkah 2

Menghitung rata – rata protein basal dan suplemen

Langkah ini sama dengan sebelumnya, yaitu mencari rata – rata dari protein basal dan suplemen, sehingga diperoleh sebagai berikut :

Protein Basal (%)		Protein Suplemen (%)	
Dedak halus	11,35	Tepung ikan	62,65
Tepung terigu	8,90	Tepung kedelai	39,60
Tepung jagung	7,63		
Jumlah	27,88 %	Jumlah	102,25 %
Rata – rata	**9,29 %**	**Rata – rata**	**51,13 %**

Langkah 3

Mencari nilai protein setelah diberikan bahan tambahan

Karena menggunakan bahan tambahan sebanyak 15%, maka jumlah bahan utama berkurang menjadi :

100% - 15% = 85 %.

Sehingga nilai protein dalam pakan berubah menjadi:

40% x (100% : 85%) = 47,06 %

Langkah 4

Buat kotak segi empat, dan cantumkan nilai protein yang diperoleh setelah mendapatkan tambahan bahan baku di tengah – tengah kotak segi empat yang telah dibuat. Kemudian letakkan rata - rata nilai protein basal dan suplemen di sisi kiri atas dan bawah kotak segi empat.

Protein Basal 9,29%

47,06 %

Protein Suplemen 51,13%

Langkah 5

Kurangkan jumlah protein yang terdapat dalam bahan baku dengan protein yang diinginkan dalam kotak dan letakkan hasilnya secara diagonal (berlawanan) di sudut kanan kotak (tanda positif maupun negatif tidak perlu dicantumkan). Selanjutnya, jumlahkan hasil pengurangannya.

Protein Basal 9,29% | 4,07 %

47,06 %

Protein Suplemen 51,13% | 37,77 % +

41,84%

Nilai 37,77 % pada sisi kanan bawah kotak segi empat diperoleh dari : 9,29 % - 47,06 % = 37,77% (**tanda negatif diabaikan**); dan

Nilai 4,07 % pada sisi kanan atas kotak segi empat diperoleh dari : 51,1,3 % - 47,06 % = 4,07 %.

Langkah 6

Menghitung kebutuhan setiap bahan baku untuk memperoleh komposisi bahan baku yang diperlukan

Kebutuhan setiap bahan baku diperoleh dengan membagi hasil pengurangan dengan jumlah hasil pengurangan dikalikan 85%. Pengali 85% berasal dari jumlah bahan utama, setelah dikurangi dengan bahan tambahan. Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

Protein Basal $= \frac{4,07\%}{41,84\%}$ x 85% = 8,27 %

Protein Suplemen $= \frac{37,77\%}{41,84\%}$ x 85% = 76,73 %

Jadi, untuk membuat pakan yang mengandung protein 40%, membutuhkan protein basal sebanyak 8,27% dan protein suplemen sebesar 76,73%.

Oleh karena bahan baku yang termasuk dalam protein basal ada tiga, yaitu dedak halus, tepung terigu dan tepung jagung, maka komposisi maing – masing bahan baku adalah :

- ✓ Dedak halus = 8,27%: 3 = 2,76%
- ✓ Tepung terigu = 8,27%: 3 = 2,76%
- ✓ Tepung jagung = 8,27%: 3 = 2,76%

Sedangkan bahan baku yang termasuk dalam protein suplemen ada dua, yaitu tepung ikan dan tepung kedelai, maka komposisi maing – masing bahan baku adalah:

- ✓ Tepung ikan = 76,73% : 2 = 38,37%

✓ Tepung kedelai = 76,73% : 2 = 38,37%

Langkah 5

Membuktikan perolehan hasil perhitungan

Untuk membuktikan bahwa dalam komposisi tersebut mengandung kadar protein 40% dilakukan dengan mengalikan kandungan protein pada bahan baku dengan kandungan protein yang digunakan, sebagai berikut :

Nama bahan	Kandungan protein dalam bahan baku	Jumlah bahan yang dibutuhkan	Hasil kali
	(a)	(b)	(axb)
Tepung ikan	62,65	38,37%	24,04 %
Tepung kedelai	39,60	38,37%	15,19 %
Dedak halus	11,35	2,76%	0,31 %
Tepung terigu	8,90	2,76%	0,25 %
Tepung jagung	7,63	2,76%	0,21 %
Jumlah protein dalam pakan (%)			**40**

Langkah 6

Menghitung kebutuhan setiap bahan baku dalam bentuk bobot kering

Untuk membuat pakan berprotein 40% sebanyak 10 kg diperlukan bahan baku dengan komposisi sebagai berikut :

- ✓ Tepung ikan = 38,37% X 10.000 gram = 3.837 gram
- ✓ Tepung kedelai = 38,37% X 10.000 gram = 3.837 gram
- ✓ Dedak halus = 2,76% X 10.000 gram = 276 gram
- ✓ Tepung jagung = 2,76% X 10.000 gram = 276 gram
- ✓ Tepung terigu = 2,76% X 10.000 gram = 276 gram
- ✓ Tepung kanji = 10 % X 10.000 gram = 1000 gram

- ✓ Vitamin = 3% X 10.000 gram = 300 gram
- ✓ Mineral = 2% X 10.000 gram = 200 gram

Eksplorasi

Akan dibuat pakan sebanyak 50 kg dengan kandungan protein 50% menggunakan bahan baku seperti :

Tepung ikan (65% protein)

- Tepung kedelai (50% protein)
- Tepung jagung (10% protein), sebanyak 15%

Vitamin mix, sebanyak 3%

Mineral sebanyak 2%

Tentukan komposisi bahan bakunya dan hitunglah kebutuhan bobot kering masing – masing bahan baku bahan baku !

Mengasosiasi

Bandingkan jawaban anda dengan jawaban teman anda.

Apakah terdapat perbedaan dalam langkah/cara perolehan hasilnya ? Jika ada, langkah/cara mana yang anda sukai , berikan alasannya !

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja anda dan laporkan hasilnya tersebut pada guru anda !

d) Formulasi pakan menggunakan lebih dari 2 bahan baku dengan penentuan jumlah/bagian bahan yang digunakan

Contoh Soal

Akan dibuat pakan sebanyak 50 kg yang mengandung protein 35% dengan bahan baku sebagai berikut :

Tepung ikan (60% protein)

Tepung kepiting (40% protein)

Tepung jagung (9% protein)

Dedak halus (15% protein)

Proporsi tepung ikan : tepung kepiting adalah 2 : 1, sedangkan tepung jagung : dedak halus adalah 3 : 1.

Tentukan komposisi bahan bakunya dan hitunglah jumlah bobot kering masing – masing bahan baku

Penyelesaian

1. Kelompokkan bahan baku tersebut ke dalam protein basal dan suplemen. Kemudian jumlah dan rata – ratakan, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

✓ **<u>Protein Suplemen</u>**

Tepung ikan	= 2 bagian x 60%	= 120%
Tepung kepiting	= 1 bagian x 40%	= 40%
Jumlah	= 3 bagian	= 160%

Rata – rata kandungan protein suplemen = 160% : 3 = 53,33%.

✓ **Protein Basal**

Tepung jagung	= 3 bagian x 9%	= 27%
Dedak halus	= 1 bagian x 15%	= 15%
Jumlah	= 4 bagian	= 42%

Rata – rata kandungan protein basal = 42% : 4 = 10,50%.

2. Gambarkan kotak segi empat dan cantumkan tingkat protein yang diinginkan di tengah – tengah kotak tersebut. Kemudian tempatkan kelompok protein pada sudut sebelah kiri atas dan bawah kotak.

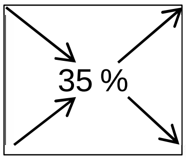
Protein Basal 10,50%

35 %

Protein Suplemen 53,33%

3. Kurangkan jumlah protein yang terdapat pada bahan baku dengan protein yang diinginkan dan letakkan hasilnya secara diagonal pada sudut sebelah kanan atas dan bawah kotak. Kemudian jumlahkan kedua hasil pengurangan tersebut.

Protein Basal 10,50%



18,33 %

Protein Suplemen 53,33%

24,524,

+

42,83%

4. Hitung protein basal dan suplemen yang diperlukan, sehingga diperoleh hasil :

Protein basal $= \frac{18,33\%}{42,83\%} \times 100\ \%$ = 42,80 %

Protein suplemen $= \frac{24,50\%}{42,83\%} \times 100\ \%$ = 57,20 %

5. Hitung komposisi masing – masing bahan baku yang terdapat dalam protein basal dan suplemen. Berikut adalah cara penghitungannya :

Protein Basal, terdiri dari :

- ✓ Tepung jagung $= \frac{3}{4} \times$ 42,80% = 32,10 %
- ✓ Dedak halus $= \frac{1}{4} \times$ 42,80% = 10,70 %

Protein Suplemen, terdiri dari :

✓ Tepung ikan $= \frac{2}{3} X$ 57,20% = 38,13%

✓ Tepung kepiting= $\frac{1}{3} X$ 57,20% = 19,07%

6. Jadi, untuk membuat 50 kg pakan yang mengandung 35% protein, dibutuhkan :

- Tepung ikan = 38,13 % x 50 kg = 19,07 kg
- Tepung kepiting = 19,07 % x 50 kg = 9,54 kg
- Tepung jagung = 32,10 % x 50 kg = 16,05 kg
- Dedak halus = 10,70 % x 50 kg = 5,35 kg

7. Untuk membuktikan bahwa komposisi bahan baku yang dipergunakan untuk membuat pakan ikan mengandung kadar protein 35 % adalah dengan mengalikan kandungan protein pada bahan baku dengan kandungan protein yang digunakan, sebagai berikut :

Nama bahan	Kandungan protein dalam bahan baku (a)	Jumlah bahan yang dibutuhkan (b)	Hasil kali (axb)
Tepung ikan	60%	38,13%	22,88%
Tepung kepiting	40%	19,07%	7,63%
Tepung jagung	9%	32,10%	2,89%
Dedak halus	15%	10,70%	1,61%
Jumlah			**35,01%**

Eksplorasi

Buatlah satu formulasi pakan dan hitung energi protein ratio yang terkandung dalam pakan dengan ketentuan sebagai berikut :

- Kandungan protein dalam pakan 25 %
- Dibuat menggunakan metode *pearson square*
- Bahan baku terdiri dari 3 bahan hewani, 5 bahan nabati, 2 limbah pertanian, vitamin 5%, mineral 2%, tepung kanji 8%.

Berikan alasan terdapat pemilihan bahan baku tersebut (hewani, nabati dan limbah pertanian) !

4) Metode Aljabar

Metode aljabar merupakan metode yang menggunakan persamaan matematika untuk menentukan formulasi pakan, dimana bahan bakunya diumpamakan menjadi variabel X dan Y. Misalnya adalah variabel X merupakan berat bahan baku dari kelompok sumber protein suplemen sedangkan Y merupakan berat kelompok sumber protein basal. Atau bisa juga dibuat sebaliknya, dimana variabel X merupakan berat kelompok sumber protein basal sedangkan variabel Y merupakan berat bahan baku dari kelompok sumber protein suplemen.

Sesuai dengan namanya, maka perhitungan formulasi pada ini menggunakan rumus aljabar dengan dua metode yang digunakan dalam mencari nilai pada komponen X dan Y, yaitu metode substitusi dan metode eliminasi. Metode substitusi adalah suatu metode mencari nilai X dan Y dengan cara mengganti dengan

persamaan yang lain, sedangkan metode eliminasi adalah suatu metode untuk mencari nilai X dan Y dengan cara menghilangkan salah satu komponen dalam persamaan tersebut.

Seperti halnya pada metode *Pearson's square*, metode ini dapat digunakan untuk membuat pakan dengan menggunakan dua bahan baku pakan, lebih dari dua bahan baku dan menggunakan beberapa macam bahan baku yang sudah ditentukan persentasenya.

a) Formulasi pakan menggunakan dua macam bahan baku

Contoh Soal

Hitunglah jumlah bobot kering masing – masing bahan baku yang digunakan untuk membuat pakan berprotein 30% sebanyak 1 kg, jika bahan yang digunakan berupa tepung ikan (65% protein) dan dedak (12% protein).

Berikut ini adalah langkah – langkah yang dilakukan untuk menyusun formulasinya.

Langkah 1

Menetapkan komponen X dan Y

Umpamakan kandungan protein tepung ikan dengan X dan dedak dengan Y, sehingga diperoleh :

X =	protein tepung ikan (protein suplemen)
Y =	protein dedak (protein basal)

Langkah 2

Membuat persamaan berdasarkan kebutuhan bahan baku (persamaan 1); dan kebutuhan protein (persamaan 2)

Jumlah bahan baku pada protein suplemen dan bahan baku pada protein basal adalah 100, sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

X + Y = 100................. (1)

Sedangkan jumlah protein yang diinginkan adalah 30%, terdiri dari 65% (65/100 = 0,65) tepung ikan (protein suplemen) dan 12% (12/100 = 0,12) dedak (protein basal). Sehingga didapatkan persamaan 2, sebagai berikut :

0,65X + 0,12Y = 30.................. (2)

Langkah 3

Menghitung nilai X dan Y dengan cara substitusi atau eliminasi.

✓ **Secara substitusi**

Pada langkah ini kita akan menyatakan variabel *X* pada persamaan 1 ke dalam variabel *Y*. Atau bisa saja menyatakan variabel Y pada persamaan 1 ke dalam variabel X, yang selanjutnya disebut dengan persamaan 3, sebagai berikut :

X + Y = 100

X = 100 – Y (persamaan 3)

Langkah selanjutnya adalah substitusikan persamaan 3 ke dalam persamaan 2 untuk mendapatkan nilai dari *X*.

$$0{,}65\,X + 0{,}12\,Y = 30$$

$$\Leftrightarrow 0{,}65\,(100 - Y) + 0{,}12\,Y = 30$$

$$\Leftrightarrow 65 - 0{,}65\,Y + 0{,}12\,Y = 30$$

$$\Leftrightarrow -0{,}65\,Y + 0{,}12\,Y = 30 - 65$$

$$\Leftrightarrow -0{,}53\,Y = -35$$

$$\Leftrightarrow Y = \frac{-35}{-0{,}53}$$

$$= 66{,}04$$

Lanjutkan dengan menghitung nilai pada variabel X dengan menstubtitusi nilai Y yang diperoleh ke persamaan 3, sehingga diperoleh nilai sebagai berikut :

$$X = 100 - Y$$

$$\Leftrightarrow \quad X = 100 - 66{,}04$$

$$= \mathbf{33{,}96.}$$

Dari perhitungan tersebut, diperoleh kebutuhan tepung ikan (X) sebesar 33,96 % dan dedak sebesar 66,04 %.

- ✓ **Secara eliminasi**

Dengan menggunakan metode ini, kita harus mengeliminasi/menghilangkan salah satu variabel dengan cara penjumlahan ataupun pengurangan.

Untuk menentukan selesaiannya, pertama kita harus mengeliminasi salah satu variabelnya. Misalkan kita akan mengeliminasi variabel X, maka kita harus menyamakan koefisien X dari kedua persamaan tersebut. Koefisien X pada persamaan 1 dan 2 secara berturut-turut adalah 1 dan 0,65. Sehingga kita harus menyamakan koefisien X dari kedua persamaan tersebut dengan mengalikan persamaan 1 dengan 0,65 dan persamaan 2 dengan 1. Maka akan diperoleh perhitungan seperti berikut ini :

$$\begin{array}{r|l|l} X + Y = 100 & X\ 0{,}65 & 0{,}65\,X + 0{,}65\,Y = 65 \\ 0{,}65\,X + 0{,}12\,Y = 30 & X\ 1 & 0{,}65\,X + 0{,}12\,Y = 30 \quad - \\ \hline & & 0{,}53\,Y = 35 \end{array}$$

$$Y = \frac{35}{0{,}53}$$

$$= \mathbf{66{,}04}$$

Selanjutnya hitung nilai pada variabel X dengan menstubtitusi nilai Y yang diperoleh ke persamaan 3, sehingga diperoleh nilai sebagai berikut :

$$X = 100 - Y$$

$$\Leftrightarrow \quad X = 100 - 66{,}04$$

$$= \mathbf{33{,}96.}$$

Dari perhitungan tersebut, diperoleh nilai yang sama dengan metode substitusi, yaitu kebutuhan tepung ikan (X) sebesar 33,96 % dan dedak sebesar 66,04 %.

Untuk membuktikan bahwa kadar protein pakan dari hasil perhitungan ini mempunyai kadar protein 30% dapat dilakukan pengecekan dengan cara menghitung sebagai berikut :

Nama bahan	Kandungan protein dalam bahan baku (a)	Jumlah bahan yang dibutuhkan (b)	Hasil kali (axb)
Tepung ikan	65%	33,96%	22,07%
Dedak	12%	66,04%	7,93%
Jumlah			**30,00%**

Langkah 4

Menghitung berat kering bahan baku

Untuk membuat pakan ikan sebanyak 1 kg, maka dibutuhkan bahan:

- ✓ Tepung ikan = 33,96 % X 1000 g = 339,6 gram
- ✓ Dedak = 66,04 % X 1000 g = 660,4 gram

Eksplorasi

Pilihlah 2 jenis bahan baku yang akan anda gunakan untuk membuat pakan ikan mas berprotein 25%, sebanyak 5 kg. Dengan menggunakan bahan baku yang anda pilih tersebut, tentukan komposisinya dan hitunglah kebutuhan bobot kering masing – masing bahan baku !

Mengasosiasi

Bandingkan jawaban anda dengan jawaban teman anda. Apakah terdapat perbedaan pemilihan bahan baku ? Alasan apa yang mendasari pengambilan bahan baku tersebut ? Berapakah biaya yang anda keluarkan ?
Kesimpulan apa yang dapat anda ambil berkaitan dengan adanya perbedaan pemilihan bahan baku anda dengan teman anda, dan biaya yang harus dikeluarkan untuk membuat pakan tersebut ?

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja anda tersebut di depan kelas dan laporkan hasilnya pada guru anda !

b) Formulasi pakan menggunakan lebih dari dua bahan baku

Contoh Soal

Hitunglah kebutuhan bobot kering masing – masing bahan baku jika akan dibuat pakan sebanyak 50 kg berprotein 35% dengan bahan baku sebagai berikut :

- Tepung ikan (60% protein)
- Tepung kepiting (40% protein)
- Tepung jagung (9% protein)
- Dedak halus (15% protein)

Proporsi tepung ikan : tepung kepiting adalah 2 : 1, sedangkan tepung jagung : dedak halus adalah 3 : 1.

Berikut ini adalah langkah – langkah yang dilakukan untuk menyusun formulasinya:

✓ Kelompokkan bahan – bahan baku sesuai dengan sumbernya dan hitunglah rata – rata kandungan proteinnya:

Protein suplemen

Tepung ikan = 2 bagian x 60% = 120%

Tepung kepiting = 1 bagian x 40% = 40%

____________________________________ +

Jumlah = 3 bagian = 160%

Rata – rata protein suplemen = 160% : 3 = 53,3% = 0,53

Protein basal

Tepung jagung = 3 bagian x 9% = 27%

Dedak halus = 1 bagian x 15% = 15%

____________________________________ +

Jumlah = 4 bagian = 42%

Rata – rata protein basal = 42% : 4 = 10,5% = 0,11

Langkah 1

Menetapkan komponen X dan Y

Umpamakan kandungan protein suplemen dengan X, dan protein basal dengan Y, sehingga diperoleh :

X =	protein suplemen
Y =	protein basal

Langkah 2

Membuat persamaan berdasarkan kebutuhan bahan baku (persamaan 1); dan kebutuhan protein (persamaan 2)

Jumlah bahan baku pada protein suplemen dan bahan baku pada protein basal adalah 100, sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

X + Y = 100................. (1)

Sedangkan jumlah protein yang diinginkan adalah 35%, dengan berat rata – rata protein suplemen adalah 0,53 dan berat rata – rata protein basal adalah 0,11. Sehingga didapatkan persamaan 2, sebagai berikut :

0,53X + 0,11Y = 35.................. (2)

Langkah 3

Menghitung nilai X dan Y dengan cara substitusi atau eliminasi.

- ✓ **Secara substitusi**

Pada langkah ini kita akan menyatakan variabel X pada persamaan 1 ke dalam variabel Y. Atau bisa saja menyatakan variabel Y pada persamaan 1 ke dalam variabel X, yang selanjutnya disebut dengan persamaan 3, sebagai berikut :

X + Y = 100

X = 100 – Y (persamaan 3)

Langkah selanjutnya adalah substitusikan persamaan 3 ke dalam persamaan 2 untuk mendapatkan nilai dari X.

$$0{,}53\,X + 0{,}11\,Y = 35$$

$$\Leftrightarrow \quad 0{,}53\,(100 - Y) + 0{,}11\,Y = 35$$

$$\Leftrightarrow \quad 53 - 0{,}53\,Y + 0{,}11\,Y = 35$$

$$\Leftrightarrow \quad -0{,}53\,Y + 0{,}11\,Y = 35 - 53$$

$$\Leftrightarrow \quad -0{,}42\,Y = -18$$

$$\Leftrightarrow \quad Y = \frac{-18}{-0{,}42}$$

$$= 42{,}86$$

Lanjutkan dengan menghitung nilai pada variabel X dengan menstubtitusi nilai Y yang diperoleh ke persamaan 3, sehingga diperoleh nilai sebagai berikut :

X = 100 – Y

⇔ X = 100 – 42,86

= **57,14.**

Dari perhitungan tersebut, diperoleh kebutuhan protein suplemen (X) sebesar 57,14% dan protein basal sebesar 42,86 %.

✓ **Secara eliminasi**

Untuk menentukan selesaiannya, pertama kita harus mengeliminasi salah satu variabelnya. Misalkan kita akan mengeliminasi variabel X, maka kita harus menyamakan koefisien X dari kedua persamaan tersebut. Koefisien X pada persamaan 1 dan 2 secara berturut-turut adalah 1 dan 0,53. Sehingga kita harus menyamakan koefisien X dari kedua persamaan tersebut dengan mengalikan persamaan 1 dengan 0,53 dan persamaan 2 dengan 1. Maka akan diperoleh perhitungan seperti berikut ini :

X + Y = 100	X 0,53	0,53 X + 0,53 Y = 53
0,53 X + 0,11 Y = 35	X 1	0,53 X + 0,11 Y = 35
		0,42 Y = 18

$$Y = \frac{18}{0,42}$$

$$= \mathbf{42,86}$$

Selanjutnya hitung nilai pada variabel X dengan menstubtitusi nilai Y yang diperoleh ke persamaan 3, sehingga diperoleh nilai sebagai berikut :

X = 100 – Y

⇔ X = 100 – 42,86

= **57,14**

Dari perhitungan tersebut, diperoleh nilai yang sama dengan metode substitusi, yaitu protein suplemen (X) sebesar 57,14 % dan protein basal sebesar 42,86 %.

Langkah 4

Menghitung berat kering masing – masing bahan baku

Jadi, jumlah bahan baku yang dibutuhkan untuk membuat 50 kg pakan mengandung protein 35% adalah :

Tepung ikan	= 2/3 x 57,14%	= 38,09% x 50 kg
		= 19,05 kg
Tepung kepiting	= 1/3 x 57,14%	= 19,05% x 50 kg
		= 9,53 kg
Tepung jagung	= 3/4 x 42,86%	= 32,15% x 50 kg
		= 16,08 kg
Dedak halus	= 1/4 x 42,86%	= 10,72% x 50 kg
		= 5,36 kg

Untuk membuktikan bahwa komposisi bahan baku yang dipergunakan untuk membuat pakan ikan mengandung kadar protein 35 % adalah dengan mengalikan kandungan protein pada bahan baku dengan kandungan protein yang digunakan, sebagai berikut :

Nama bahan	Kandungan protein dalam bahan baku (a)	Jumlah bahan yang dibutuhkan (b)	Hasil kali (axb)
Tepung ikan	60%	38,09%	22,85%
Tepung kepiting	40%	19,05%	7,62%
Tepung jagung	9%	32,15%	2,89%
Dedak halus	15%	10,72%	1,61%
Jumlah			**34,97%**

Tahukah anda berapa P/e ratio yang terkandung dalam pakan tersebut ? Masih ingat bukan dengan langkah dalam penghitungan energi ? Hal yang perlu diketahui saat

menghitung nilai P/e ratio adalah kandungan karbohidrat dan lemak yang terkandung dalam pakan.

Untuk mengetahui kadar karbohidrat yang terkandung dalam komposisi pakan seperti di atas, maka dilakukan dengan cara mengalikan kadar protein yang terkandung dalam bahan dengan jumlah bahan yang dibutuhkan sesuai komposisi yang dibuat, sehingga kadar karbohidrat dalam pakan sebagai berikut :

Nama bahan	Kandungan karbohidrat dalam bahan baku (a)	Jumlah bahan yang dibutuhkan (b)	Hasil kali (axb)
Tepung ikan	5,81%	38,09%	2,21%
Tepung kepiting	13,15%	19,05%	2,51%
Tepung jagung	74,23%	32,15%	23,86%
Dedak halus	28,62%	10,72%	3,07%
Jumlah			**31,65%**

Sedangkan kadar lemak yang tekandung dalam pakan dihitung sebagai berikut:

Nama bahan	Kandungan lemak dalam bahan baku (a)	Jumlah bahan yang dibutuhkan (b)	Hasil kali (axb)
Tepung ikan	15,38%	38,09%	5,86%
Tepung kepiting	3,66%	19,05%	0,70%
Tepung jagung	4,43%	32,15%	1,42%
Dedak halus	12,15%	10,72%	1,30%
Jumlah			**9,28%**

Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa kadar protein yang terkandung dalam pakan adalah 35%, kadar karbohidrat sebesar 31,65% dan lemak 9,28 %, sehingga nilai protein energi (P/e) ratio nya adalah sebagai berikut :

Sehingga diperoleh nilai energi total dalam pakan sebagai berikut :

Protein	= 350 gram X 4,48 kkal/gram
	=1568,00 kkal
Karbohidrat	= 316,5 gram X 3,28 kkal/gram
	= 1038,12 kkal
Lemak	= 92,8 gram X 7,52 kkal/gram
	= 697,86 kkal
Total	**= 3303,98 kkal**

Maka protein energi (P/e) ratio nya adalah 3303,98 dibagi 350 = 9,44 kkal. Hal ini berarti dalam satu gram protein yang dihasilkan dari formulasi pakan tersebut diimbangi dengan energi sebesar 9,44 kkal.

Eksplorasi

Buatlah suatu formulasi pakan untuk ikan lele sebanyak 5 kg, memiliki kadar protein sebanyak 30%, dengan ketentuan sebagai berikut :

- ✓ Jumlah minimal bahan baku hewani dan nabati masing – masing adalah 3 jenis; Jumlah maksimal bahan baku limbah pertanian adalah 3 jenis; Jumlah salah satu bahan baku hewani adalah 2 bagian dan jumlah salah satu bahan baku nabati adalah 3 bagian; Total penambahan vitamin dan mineral atau bahan tambahan lainnya adalah 10%

Hitunglah :

1. Kebutuhan masing – masing bahan baku
2. Energi protein ratio yang terkandung dalam pakan

3. Tugas

Secara berkelompok, carilah informasi mengenai jenis – jenis bahan baku hewani, nabati dan limbah pertanian. Kemudian buatlah suatu formulasi pakan untuk ikan nila, sehingga menghasilkan protein sebanyak 35%, dengan ketentuan sebagai berikut :

a. Jumlah minimal bahan baku hewani dan nabati adalah masing – masing 4 jenis
b. Jumlah maksimal bahan baku limbah pertanian adalah 3 jenis
c. Jumlah salah satu bahan baku hewani adalah 2 bagian dan jumlah salah satu bahan baku nabati adalah 3 bagian
d. Total penambahan vitamin dan mineral atau bahan tambahan lainnya adalah 10%

Hitunglah :

a. Kebutuhan masing – masing bahan baku yang digunakan untuk menyusun komposisi pakan ikan sebanyak 30%
b. Energi protein ratio (EPR) yang terkandung dalam pakan
c. Biaya yang dikeluarkan untuk membuat pakan tersebut

Diskusikan:

a. Alasan pemilihan bahan baku yang anda gunakan untuk menyusun formulasi tersebut
b. Peran energi yang terkandung dalam pakan tersebut terhadap pertumbuhan ikan

4. Refleksi

Petunjuk :

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri !
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda !

LEMBAR REFLEKSI

1. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?
....

2. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
....

3. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?
....

4. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?
....

5. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!
....

5. Tes Formatif

1. Jelaskan yang dimaksud dengan formulasi pakan !
2. Mengapa perlu dilakukan penyusunan formulasi pakan dalam produksi pakan buatan ?
3. Jelaskan hubungan antara formulasi pakan dengan komposisi bahan baku ?
4. Pertimbangan – pertimbangan apa saja yang harus diperhatikan dalam menyusun formulasi pakan ?
5. Jelaskan hubungan antara komposisi bahan baku dengan kualitas pakan buatan !
6. Jelaskan metode – metode yang digunakan dalam penyusunan formulasi pakan !
7. Jelaskan kelebihan dan kekurangan setiap metode penyusunan formulasi pakan, dan diantara metode – metode tersebut, metode manakah yang paling mudah diterapkan menurut anda, berikan alasannya !
8. Apa yang terjadi seandainya formulasi pakan disusun dengan menggunakan jenis protein basal saja atau protein suplemen saja ?

C. PENILAIAN

1. Sikap

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal / Instrumen</th></tr>
<tr>
<td>Sikap

1.1 Menampilkan perilaku rasa ingin tahu dalam melakukan observasi
1.2 Menampilkan perilaku obyektif dalam kegiatan observasi
1.3 Menampilkan perilaku jujur dalam melaksanakan kegiatan observasi
1.4 Mendiskusikan hasil observasi kelompok
1.5 Menampilkan hasil kerja kelompok
1.6 Melaporkan hasil diskusi kelompok
1.7 Menyumbang pendapat tentang produksi pakan buatan</td>
<td>Non Tes

Non Tes

Non Tes</td>
<td>Lembar Observasi Penilaian sikap

Lembar Observasi Penilaian sikap

Lembar Observasi Penilaian</td>
<td>a. Rubrik Penilaian Sikap
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Menanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Mengamati</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menalar</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Mengolah data</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Menyimpulkan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Menyajikan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
Kriteria Terlampir

b. Rubrik Penilaian Diskusi
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Terlibat penuh</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Bertanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menjawab</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Memberikan gagasan orisinil</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Kerja sama</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Tertib</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
c. Rubrik Penilaian Presentasi</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal / Instrumen</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>sikap</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Kejelasan Presentasi</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Pengetahuan :</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Penampilan :</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

a. **Kriteria Penilaian Sikap :**

1. Aspek menanya **:**

Skor 4 Jika pertanyaan yang diajukan sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 3 Jika pertanyaan yang diajukan cukup sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 2 Jika pertanyaan yang diajukan kurang sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 1 Tidak menanya

2. Aspek mengamati :

Skor 4 Terlibat dalam pengamatan dan aktif dalam memberikan pendapat

Skor 3 Terlibat dalam pengamatan

Skor 2 Berusaha terlibat dalam pengamatan

Skor 1 Diam tidak aktif

3. Aspek menalar

Skor 4 Jika nalarnya benar

Skor 3 Jika nalarnya hanya sebagian yang benar

Skor 2 Mencoba bernalar walau masih salah

Skor 1 Diam tidak bernalar

4. Aspek mengolah data :

Skor 4 Jika Hasil Pengolahan data benar semua

Skor 3 Jika hasil pengolahan data sebagian besar benar

Skor 2 Jika hasil pengolahan data sebagian kecil benar

Skor 1 Jika hasil pengolahan data salah semua

5. Aspek menyimpulkan :

Skor 4 jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 3 jika kesimpulan yang dibuat sebagian besar benar

Skor 2 kesimpulan yang dibuat sebagian kecil benar

Skor 1 Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya salah

6. Aspek menyajikan

Skor 4 jika laporan disajikan secara baik dan dapat menjawab semua pertanyaan dengan benar

Skor 3 Jika laporan disajikan secara baik dan hanya dapat menjawab sebagian pertanyaan

Skor 2 Jika laporan disajikan secara cukup baik dan hanya sebagian kecil pertanyaan yang dapat dijawab

Skor 1 Jika laporan disajikan secara kurang baik dan tidak dapat menjawab pertanyaan

b. Kriteria Penilaian Diskusi

1. Aspek Terlibat penuh :

Skor 4 Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, tanggung jawab, mempunyai pemikiran/ide, berani berpendapat

Skor 3 Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, dan berani berpendapat

Skor 2 Dalam diskusi kelompok kadang-kadang berpendapat

Skor 1 Diam sama sekali tidak terlibat

2. Aspek bertanya :

Skor 4 Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas

Skor 3 Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas

Skor 2 Kadang-kadang memberikan pertanyaan

Skor 1 Diam sama sekali tdak bertanya

3. Aspek Menjawab :

Skor 4 Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas

Skor 3 Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas

Skor 2 Kadang-kadang memberikan jawaban dari pertanyaan kelompoknya

Skor 1 Diam tidak pernah menjawab pertanyaan

4. Aspek Memberikan gagasan orisinil :

Skor 4 Memberikan gagasan/ide yang orisinil berdasarkan pemikiran sendiri

Skor 3 Memberikan gagasan/ide yang didapat dari buku bacaan

Skor 2 Kadang-kadang memberikan gagasan/ide

Skor 1 Diam tidak pernah memberikan gagasan

5. Aspek Kerjasama :

Skor 4 Dalam diskusi kelompok terlibat aktif, tanggung jawab dalam tugas, dan membuat teman-temannya nyaman dengan keberadaannya

Skor 3 Dalam diskusi kelompok terlibat aktif tapi kadang-kadang membuat teman-temannya kurang nyaman dengan keberadaannya

Skor 2 Dalam diskusi kelompok kurang terlibat aktif

Skor 1 Diam tidak aktif

6. Aspek Tertib :

Skor 4 Dalam diskusi kelompok aktif, santun, sabar mendengarkan pendapat teman-temannya

Skor 3 Dalam diskusi kelompok tampak aktif,tapi kurang santun

Skor 2 Dalam diskusi kelompok suka menyela pendapat orang lain

Skor 1 Selama terjadi diskusi sibuk sendiri dengan cara berjalan kesana kemari

c. Kriteria Penilaian Presentasi

1. Kejelasan presentasi

Skor 4 Sistematika penjelasan logis dengan bahasa dan suara yang sangat jelas

Skor 3 Sistematika penjelasan logis dan bahasa sangat jelas tetapi suara kurang jelas

Skor 2 Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan

bahasa dan suara cukup jelas

Skor 1 Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

2. Pengetahuan

Skor 4 Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

Skor 3 Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

Skor 2 Penguasaan materi kurang meskipun bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak berhubungan dengan topik yang dibahas

Skor 1 Materi kurang dikuasai serta tidak bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak mendukung topik

3. Penampilan

Skor 4 Penampilan menarik, sopan dan rapi, dengan penuh percaya diri serta menggunakan alat bantu

Skor 3 Penampilan cukup menarik, sopan, rapih dan percaya diri menggunakan alat bantu

Skor 2 Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi kurang percaya diri serta menggunakan alat bantu

Skor 1 Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi tidak percaya diri dan tidak menggunakan alat bantu

2. Pengetahuan

Indikator	Penilaian		
	Teknik	Bentuk Instrumen	Butir Soal/Instrumen
Pengetahuan Penyusunan formulasi pakan	Tes	Soal essay	1. Jelaskan yang dimaksud dengan formulasi pakan ! 2. Mengapa perlu dilakukan penyusunan formulasi pakan dalam produksi pakan buatan ? 3. Jelaskan hubungan antara formulasi pakan dengan komposisi bahan baku ? 4. Pertimbangan – pertimbangan apa saja yang harus diperhatikan dalam menyusun formulasi pakan ? 5. Jelaskan hubungan antara komposisi bahan baku dengan kualitas pakan buatan ! 6. Jelaskan metode – metode yang digunakan dalam penyusunan formulasi pakan ! Diantara metode – metode tersebut, metode manakah yang paling mudah diterapkan menurut anda, berikan alasannya ! 7. Apa yang terjadi seandainya formulasi pakan disusun dengan menggunakan jenis protein basal saja atau protein suplemen saja ?

3. Keterampilan

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal/Instrumen</th></tr>
<tr><td>Keterampilan
Penyusunan formulasi pakan</td><td>Non Tes (Tes Unjuk Kerja)</td><td></td><td>a. Rubrik Penilaian Sikap
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Menanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Mengamati</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menalar</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Mengolah data</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Menyimpulkan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Menyajikan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
b. Rubrik Penilaian Proses (Penyusunan Formulasi Pakan)
<table>
<tr><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaiaan</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>Cara pemilihan bahan baku</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara menghitung komposisi bahan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara menghitung berat kering pakan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara menghitung EPR</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara menuliskan data hasil pengamatan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

a. Kriteria Penilaian Sikap :

1. Aspek menanya **:**

Skor 4 Jika pertanyaan yang diajukan sesuai dengan permasalahan

yang sedang dibahas

Skor 3 Jika pertanyaan yang diajukan cukup sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 2 Jika pertanyaan yang diajukan kurang sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 1 Tidak menanya

2. Aspek mengamati :

Skor 4 Terlibat dalam pengamatan dan aktif dalam memberikan pendapat

Skor 3 Terlibat dalam pengamatan

Skor 2 Berusaha terlibat dalam pengamatan

Skor 1 Diam tidak aktif

3. Aspek menalar

Skor 4 Jika nalarnya benar

Skor 3 Jika nalarnya hanya sebagian yang benar

Skor 2 Mencoba bernalar walau masih salah

Skor 1 Diam tidak bernalar

4. Aspek mengolah data :

Skor 4 Jika Hasil Pengolahan data benar semua

Skor 3 Jika hasil pengolahan data sebagian besar benar

Skor 2 Jika hasil pengolahan data sebagian kecil benar

Skor 1 Jika hasil pengolahan data salah semua

5. Aspek menyimpulkan **:**

Skor 4 jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 3 jika kesimpulan yang dibuat sebagian besar benar

Skor 2 kesimpulan yang dibuat sebagian kecil benar

Skor 1 Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya salah

6. Aspek menyajikan

Skor 4	jika laporan disajikan secara baik dan dapat menjawab semua pertanyaan dengan benar
Skor 3	Jika laporan disajikan secara baik dan hanya dapat menjawab sebagian pertanyaan
Skor 2	Jika laporan disajikan secara cukup baik dan hanya sebagian kecil pertanyaan yang dapat dijawab
Skor 1	Jika laporan disajikan secara kurang baik dan tidak dapat menjawab pertanyaan

b. **Kriteria Penilaian Proses (Penyusunan Formulasi Pakan) :**

1. Cara pemilihan bahan baku :

Skor 4 :	jika seluruh tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur
Skor 3 :	jika sebagian besar tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur
Skor 2 :	jika sebagian kecil tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur
Skor 1 :	jika tahapan proses tidak dilakukan sesuai dengan prosedur

2. Cara menghitung komposisi bahan

Skor 4 :	jika seluruh tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur
Skor 3 :	jika sebagian besar tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur
Skor 2 :	jika sebagian kecil tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur
Skor 1 :	jika tahapan proses tidak dilakukan sesuai dengan prosedur

3. Cara menghitung berat kering pakan

Skor 4 :	jika seluruh tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur
Skor 3 :	jika sebagian besar tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur
Skor 2 :	jika sebagian kecil tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur
Skor 1 :	jika tahapan proses tidak dilakukan sesuai dengan prosedur

4. Cara menghitung P/e Ratio

Skor 4 :	jika seluruh tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur
Skor 3 :	jika sebagian besar tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur
Skor 2 :	jika sebagian kecil tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur
Skor 1 :	jika tahapan proses tidak dilakukan sesuai dengan prosedur

5. Cara menuliskan data hasil pengamatan :

Skor 4 :	ka seluruh data hasil pengamatan dapat dituliskan dengan benar
Skor 3:	jika sebagian besar data hasil pengamatan dapat dituliskan dengan benar
Skor 2 :	jika sebagian kecil data hasil pengamatan dapat dituliskan dengan benar
Skor 1 :	jika tidak ada data hasil pengamatan yang dapat dituliskan dengan benar

4. Penilaian Laporan Observasi :

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Sistematika Laporan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, hipotesis, prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan.	Sistematika laporan mengandung tujuan, , masalah, hipotesis prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, prosedur hasil pengamatan Dan kesimpulan	Sistematika laporan hanya mengandung tujuan, hasil pengamatan dan kesimpulan
2	Data Pengamatan	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, grafik dan gambar yang disertai dengan bagian-bagian dari gambar yang lengka[	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan beberapa bagian-bagian dari gambar	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan bagian yang tidak lengkap	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk gambar yang tidak disertai dengan bagian-bagian dari gambar
3	Analisis dan kesimpulan	Analisis dan kesimpulan tepat dan relevan dengan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangka n berdasarkan data-data hasil pengamatan tetapi tidak relevan	Analisis dan kesimpulan tidak dikembangka n berdasarkan data-data hasil pengamatan
4	Kerapihan Laporan	Laporan ditulis sangat rapih, mudah dibaca dan disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, mudah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, susah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis tidak rapih, sukar dibaca dan disertai dengan data kelompok

Kegiatan Pembelajaran 2. Pembuatan Pakan (18 JP)

A. Deskripsi

Pembuatan pakan ikan dapat dilakukan dengan skala industri atau rumah tangga. Proses pembuatan pakan skala industri dilakukan dengan menggunakan mesin yang dirancang khusus dan terangkai menjadi satu bagian utuh. Sedangkan pembuatan pakan ikan skala rumah tangga dilakukan dengan menggunakan alat – alat sederhana, namun dapat menunjang keberhasilan proses pembuatan pakan. Tahapan dalam pembuatan pakan skala industri dan rumah tangga pada dasarnya terdiri dari delapan hal, yaitu:

1. Pemilihan bahan baku
2. Penepungan bahan baku(*grinding*)
3. Pengayakan bahan baku (*screening*)
4. Penimbangan bahan baku (*weighing*)
5. Pencampuran bahan baku (*mixing*)
6. Pencampuran adonan kering dan basah
7. Pencetakan (*pelleting*)
8. Pengeringan pellet

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan pembelajaran

   Setelah mempelajari buku teks ini, anda diharapkan mampu :

   a. Menjelaskan jenis dan fungsi peralatan pembuatan pakan skala rumah tangga
   b. Menjelaskan jenis dan fungsi peralatan pembuatan pakan skala industri
   c. Membuat pakan biota sesuai dengan formulasi yang telah ditentukan berbentuk tepung, remah, crumble, lembaran dan pelet.

2. Uraian Materi

   a. Peralatan Produksi Pakan

   Untuk membuat pakan, maka diperlukan pengetahuan mengenai peralatan pembuatan pakan dan fungsinya.

Mengamati

Berilah tanda (√) pada gambar peralatan pembuatan pakan di bawah ini yang sudah pernah anda lihat sebelumnya. Kemudian tuliskan nama peralatan tersebut dan berikan penjelasan mengenai fungsinya !

Tabel 14. Gambar – gambar Peralatan Pakan

<table>
<tr><th>NO</th><th colspan="2">Gambar peralatan pakan</th></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>☐</td><td>Nama
Fungsi</td><td>: ....
: ....
....
....
....</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

NO	Gambar peralatan pakan	
	Nama	: ....
	Fungsi	: ....
		....
		....
3		
	Nama	: ....
	Fungsi	: ....
		....
		....
4		
	Nama	: ....
	Fungsi	: ....
		....
		....

NO	Gambar peralatan pakan	
5		
☐	Nama Fungsi	: .... : ....
6		
☐	Nama Fungsi	: .... : ....

NO	Gambar peralatan pakan	
7		
	Nama Fungsi	: .... : ....
8		
	Nama Fungsi	: .... : ....

Menanya

Coba anda lihat jawaban dari teman anda, kemudian tulislah alat – alat apa saja yang anda tidak tahu, namun diketahui oleh teman anda. Pada alat yang anda dan teman anda ketahui, apakah memiliki perbedaan nama dan fungsinya ? Jika ada coba diskusikan dan simpulkan hasil diskusi anda tersebut !

Mengeksplorasi

Gambar dan tuliskan nama peralatan pembuatan pakan yang belum terdapat dalam gambar diatas. Jelaskan fungsi dari peralatan yang anda tuliskan tersebut !

Mesin dan alat pembuatan pakan sebagian besar masih didatangkan dari luar negeri (impor) dengan kapasitas produksi yang cukup besar. Sementara untuk skala kecil, jumlahnya masih sedikit. Peralatan yang dibuat secara lokal biasanya memiliki kapasitas produksi sekitar 200 – 300 kg pelet/jam. Mesin dan peralatan ini sebagian besar dibuat dengan bahan konstruksi lokal namun sudah cukup memadai untuk pengolahan pakan bagi pembudidaya ikan/udang yang akan memproduksi pakan sendiri. Sedangkan peralatan/mesin impor, sampai sejauh ini hanya diproduksi oleh beberapa negara saja, antara lain Inggris, Amerika, Jerman, Swiss, Belanda, China, dan Taiwan. Kapasitas produksi mesin impor ini relatif juga jauh lebih besar karena biasanya digunakan dalam pabrik pakan (*feed mill*) dengan kapasitas lebih dari 10.000 ton/bulan. Karena kapasitasnya yang cukup besar tersebut, maka harga mesin impor pun relatif lebih mahal, namun memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan mesin lokal.

Tabel 15. Peralatan (mesin) pengolahan pakan lokal dan impor beserta kapasitasnya

Tabel 15. Peralatan (mesin) pengolahan pakan lokal dan import beserta kapasitas

No	Nama Alat	Kapasitas		Tenaga	
		Lokal	Impor	Lokal	Impor
1	Silo	-	2.000-20.000 ton/jam	-	Disesuaikan
2	Disk mill	200–300 kg/jam	500 kg/jam	5,5 hp	15 hp
3	*Hammer* mill	400–500 kg/jam	3–70 ton/jam	6,5 hp	18,5-350 kw
4	Shifter/ ayakan	300–500 kg/jam	-	1 hp	-
5	Mixer horizontal	500 kg/10 menit	100-4.000 kg batch	1 hp	2,2-4,5 kw
6	Mixer vertikal	2 ton/jam	> 2 ton/jam	10 hp	>10 hp
7	Mesin pelet	200-250 kg/jam	1-20 ton/jam	15 hp	22-160 kw
8	Pendingin	500 kg input	5-10 ton/jam	1 hp	0,75-5,55 kw
9	Mesin crumble	400-500 kg/jam	3-30 ton/jam	1 hp	1,1-30 kw
10	Steam	100 liter	-	2 hp	-
11	Dryer	-	1-3 ton/jam	-	1-5,7 kw
12	Conditioner	-	5-10 ton/jam	-	0,75-5,55 kw
13	Sortasi	-	2 ton/jam	-	0,5 hp
14	Vibrator screener	-	300 kg/jam	-	0,5 hp

1) Peralatan Skala Rumah Tangga

a) Penggiling

Alat ini berfungsi untuk menggiling atau menghancurkan bahan baku pakan menjadi tepung. Alat penggiling yang digunakan dapat berupa penggiling jagung (untuk menggiling bahan baku yang kasar menjadi tepung halus), alat penggiling kopi (untuk

menghancurkan pelet menjadi remah atau tepung) dan alat penggiling daging (untuk mencetak pelet).

b). Ayakan

Berfungsi untuk memisahkan bahan yang kasar dengan yang halus, yang berupa tepung. Untuk mendapatkan berbagai ukuran butir tepung yang berbeda – beda digunakan ayakan dengan ukuran mata ayakan yang berbeda – beda. Ayakan yang biasa dipakai dalam pembuatan kue juga dapat digunakan dalam pembuatan pakan.



Gambar 9. Alat pengayak

c). Timbangan

Alat penimbang digunakan untuk mengetahui jumlah tiap – tiap bagian dalam suatu komposisi pakan. Apabila bahan baku pakan yang akan ditimbang jumlahnya agak banyak, dapat digunakan timbangan kue. Namun apabila akan menggunakan timbangan yang lebih teliti lagi, dapat menggunakan neraca analitis. Untuk menakar bahan – bahan yang berbentuk cair, maka dapat digunakan alat seperti jarum suntik, pipet atau gelas ukur.



Gambar 10. Timbangan kue

d). Pengaduk dan pencampur

Sebagai alat pengaduk dapat digunakan mixer atau blender. Alat ini berfungsi untuk mengaduk dan mencampur adonan hingga benar – benar merata. Apabila tidak tersedia kedua peralatan tersebut, maka dapat digunakan pengocok telur tradisional untuk mengaduk adonan encer. Sedangkan utuk bahan kering yang jumlahnya banyak dapat dilakukan secara manual menggunakan skop atau diputar dengan tangan.



a



b



c

Gambar 11. (a). Pengaduk kayu; (b). Blender; (c). Mixer

e). Alat Pencetak Pelet

Gilingan daging dapat digunakan untuk mencetak adonan menjadi pelet dengan ukuran diameter yang disesuaikan. Sedangkan untuk sortasi pelet, dapat digunakan alat yang dibuat sendiri. Alat ini berfungsi seperti ayakan tetapi memiliki ukuran lubang yang lebih besar.



Gambar 12. Alat pencetak

f). Alat Pengering

Alat pengering berfungsi untuk mengeringkan pakan yang sudah jadi. Secara alami, pengeringan dapat dilakukan dengan penjemuran di bawah sinar matahari secara langsung. Akan tetapi,untuk berjaga – jaga dapat digunakan alat pengering seperti oven yang sumber panasnya berasal dari api maupun listrik.



Gambar 13. Alat Pengering

2) Peralatan Skala Produksi

a) Silo

Istilah *silo* pun merupakan turunan dari bahasa Yunani, *siros*, yang berarti "lubang penyimpan biji-bijian”. Silo adalah struktur yang digunakan untuk menyimpan bahan baku pakan berbentuk curah. Pada umumnya, silo digunakan di bidang pertanian sebagai penyimpan biji – bijian hasil pertanian dan pakan ternak. Oleh karena itu, silo berfungsi untuk menyimpan bahan baku pakan agar tidak mudah rusak dan mutunya tetap terjaga.

Berdasarkan jenis struktur, maka silo terdiri dari silo menara, silo bunker, silo karung, dan silo kotak. Sedangkan berdasarkan bahan yang disimpan, silo terdiri dari silo biji-bijian, silo semen, dan silo penyimpan garam dan pasir.

Biasanya, silo digunakan untuk produksi pakan dengan kapasitas yang besar atau > 10.000 ton/bulan. Oleh karena itu, dalam memuat bahan curah ke dalam silo, diperlukan mekanisme elevator biji-bijian seperti konveyor (konveyor sabuk, konveyor udara, konveyor ember), auger, dan hopper yang tergantung pada jenis bahan curah yang disimpan. Pengisian juga dilakukan dari tingkat paling atas, sehingga bahan curah yang masuk lebih dulu akan berada di bawah. Sedangkan pengambilan bahan curah dilakukan dari bawah. Hal ini sesuai dengan prinsip *first in first out* (FIFO), sehingga kualitas bahan pakan tetap terjamin karena bahan yang pertama kali masuk, tidak terlalu lama disimpan.

Selain itu, untuk tetap menjaga kualitas bahan curah, maka perlu dilakukan pengendalian lingkungan/ruangan di dalam silo. Pengendalian lingkungan ini tergantung pada bahan yang dimuat, sehingga pengendalian lingkungan di dalam silo bervariasi. Misalnya, untuk mempertahankan waktu penyimpanan dalam jangka panjang, maka diperlukan pengendalian kadar air di udara

dan disesuaikan dengan kadar air kesetimbangan bahan. Jika bahan mudah bereaksi dengan gas tertentu seperti oksigen, maka pengendalian jenis dan kadar gas di dalam silo diperlukan. Pengendalian kadar gas juga diperlukan jika silo digunakan untuk proses fermentasi, aerob maupun anaerob.



Gambar 14. Silo

b) Saringan kasar (*screen*)

Saringan kasar digunakan untuk membersihkan bahan pakan dari benda asing. Tujuannya adalah untuk menyaring bahan agar mempunyai ukuran relatif seragam sebelum dilakukan pengecilan ukuran. Namun apabila bahan yang tersedia berkualitas baik, bermutu dan tidak mengandung kotoran, maka tidak perlu dilakukan penyaringan.

c) Grinder

Grinder atau alat penepung merupakan alat yang digunakan sebagai penggiling sekaligus penghancur bahan pakan. Oleh karena itu, keberadaanya mutlak diperlukan bagi pabrik pakan, baik skala

kecil, menengah atau tinggi. Dilihat dari keadaan bahan selama penepungan, terdapat 2 jenis alat penepung, yaitu penepung tipe batch dan penepung tipe terusan (continue). Disebut penepung tipe batch apabila selama proses penepungan bahan tetap berada dalam bak dan dikeluarkan bila penepungan telah selesai. Namun apabila selama proses penepungan melewati penepungan selama sekali lintasan, maka penepungan seperti ini disebut dengan tipe terusan (continue). Bahan yang ditepung menggunakan penepungan tipe ini mempunyai ukuran yang tidak merata, karena itu alat harus diatur sedemikian rupa sehingga ukuran bahan sesuai yang diinginkan.

Terdapat beberapa tipe alat penepung (*grinder*), yaitu penepung tipe palu (*hammer mill*), penepung tipe bergerigi, penepung tipe silinder, dan penepung tipe pisau (*cutter mill*).

1) *Hammer mill* (penepung tipe palu)

   Hammer mill adalah mesin yang bertujuan untuk menghancurkan bahan material besar menjadi potongan kecil. Pada prinsipnya, alat ini berfungsi untuk mengecilkan ukuran bahan pakan pada tahap awal. Sesuai dengan namanya (*hammer* = palu), maka mesin ini merupakan aplikasi dari gaya pukul atau impak gigi penggiling (*impact force*). *Hammer mill* merupakan penggiling yang serbaguna, dapat digunakan untuk bahan kristal padat, bahan berserat dan bahan yang agak lengket.

Eksplorasi

Berkunjunglah ke lokasi penggilingan bahan baku. Amatilah bagian – bagian mesin dari hammer mill dan carilah informasi mengenai prinsip kerja hammer mill.

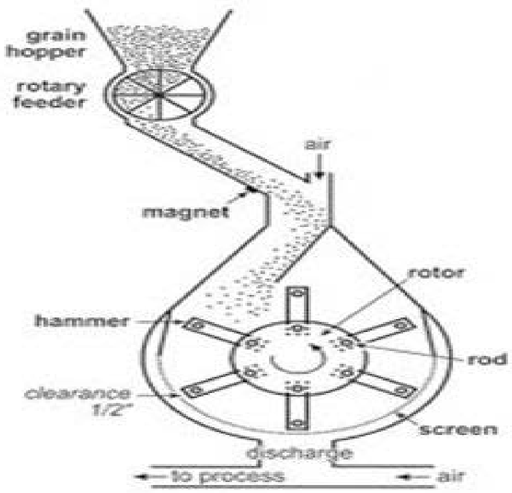
Penggunaan *hammer mill* mempunyai beberapa keuntungan dan kekurangan. Beberapa keuntungan dari penggunaan hamemer mill adalah :

- konstruksinya sederhana dan dapat digunakan untuk menghasilkan hasil gilingan yang bermacam-macam ukuran
- tidak mudah rusak dengan adanya benda asing dalam ruang penepungan
- biaya operasi dan pemeliharaan lebih murah

Sedangkan beberapa kerugian menggunakan *hammer mill* antara lain adalah :

- biasanya tidak dapat menghasilkan gilingan yang seragam
- untuk gilingan permulaan atau gilingan kasar dibutuhkan tenaga yang relatif besar sampai batas-batas tertentu.

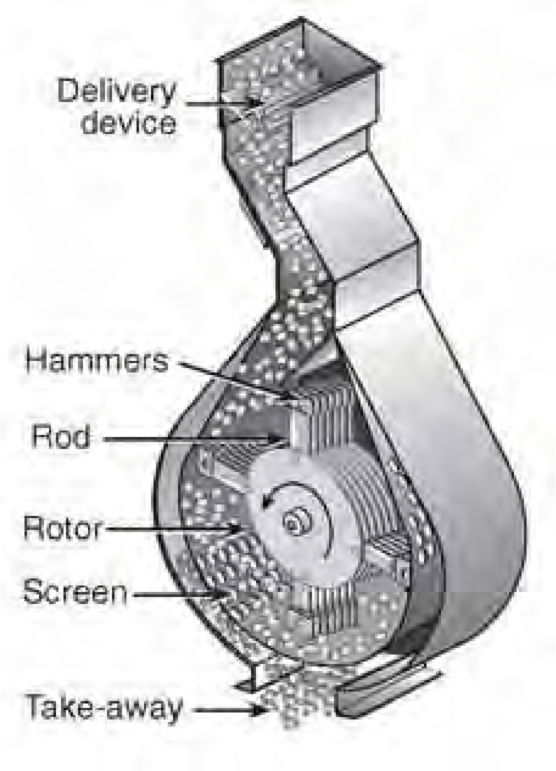
Prinsip kerja *hammer mill* adalah memukul bahan secara terus menerus dengan kecepatan tinggi menggunakan palu yang tersusun dan berputar pada porosnya, sehingga secara bolak – balik palu bergerak memberikan pukulan pada bahan. Akibatnya akan terjadi pemecahan bahan. Proses ini berlangsung terus hingga didapatkan bahan yang dapat lolos dari saringan di bagian bawah alat. Jadi selain gaya pukul dapat juga terjadi sedikit gaya sobek.



Gambar 15. Prinsip kerja hammer mill
(sumber: www.teritek.in)

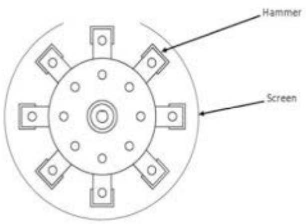
Tekstur tepung yang dihasilkan dipengaruhi oleh kecepatan putar penepung dan bentuk dari pemukul. Untuk mendapatkan hasil yang baik, maka kecepatan putar dari pemukul penepung palu sebaiknya antara 1500 sampai 4000 rpm. Secara umum dibutuhkan tenaga sebesar satu kilowatt (kw) untuk menggiling satu kilogram bahan permenit pada penepungan sedang.

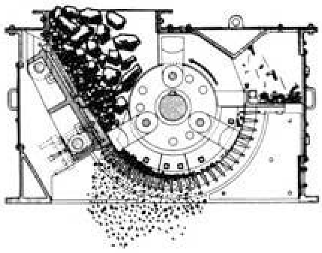
Tipe *hammer mill* dibedakan berdasarkan sifat dari gigi penggiling yaitu gigi penggiling dapat berayun bebas pada porosnya dan gigi penggiling tidak dapat berayun bebas pada porosnya (statis). Kedua tipe *hammer mill* tersebut dalam operasinya tidak mempunyai banyak perbedaan, yang penting diperhatikan adalah jumlah ketebalan dari gigi-gigi penggiling.
Bagian utama dari *hammer mill* adalah corong pemasukan, pemukul, corong pengeluaran, motor penggerak, alat transmisi daya, rangka penunjang dan ayakan.



Gambar 16. Bagian – bagian hammer mill

Berikut ini adalah fungsi dari masing – masing bagian tersebut :

Bagian utama	**Fungsi**
Corong pemasukan (*delivery device*)	Corong pemasukan terbuat dari plat esher 1.5 mm, bagian atas dari corong pemasukan berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 350 mm x 350 mm dan bagian bawahnya menyempit sampai 90 mm x 50 mm dengan kemiringan dinding corong 40^o.
Pemukul (*Hammer*) 	Pemukul terbuat dari stainless steel. Pada bagian ini terdapat lima pasang pemukul yang juga terbuat dari bahan stainless steel. Ukuran pemukul adalah antara 100 mm x 25 mm x 5 mm dan pada kedua sisi pemukul dibuat tajam, hal ini bertujuan agar sisi pemukul yang satu dapat menggantikan sisi pemukul yang sudah tumpul dengan cara membalik posisi. Pemukul dipasang dengan posisi horizontal dengan jumlah lima pasang yang disatukan oleh empat buah poros yang terbuat dari stainless steel dengan berdiameter 10 mm dipasang vertikal.
Saringan (*screen*)	Saringan biasanya terbuat dari plat baja yang berfungsi untuk

Bagian utama	Fungsi
	menentukan besar kecilnya ukuran butir biji-bijian. Saringan yang dipasang pada *hameer mill* dapat diganti-ganti tergantung dari besar kecilnya ukuran butir hasil gilingan yang dikehendaki.
Corong pengeluaran	Corong pengeluaran terbuat dari plat esher 1.5 mm yang berbentuk kerucut terpancung pada posisi terbalik. Diameter corong adalah 550 mm dan diameter bawahnya adalah 120 mm

Penepung palu digunakan untuk penepungan sedang dan halus, sehingga hasil gilingan dari *hammer* mill ini biasanya masih kasar. Oleh karena itu, bahan harus digiling lebih lanjut menggunakan disk mill.



Gambar 17. Hammer mill
(sumber: www.directindustry.com)

2) Penepung tipe bergerigi

Penepungan tipe bergerigi biasanya disebut dengan *attrition mill*, *plate mill* atau *disc mill*. Penepung ini bekerja berdasarkan gaya tekanan gesekan antara dua piringan, dimana satu piringan bergerak sedang piringan lain diam atau bergerak berlawanan.

Disk mill merupakan alat penggiling, penghalus dan penepung. Alat ini lebih banyak digunakan untuk menepungkan bahan yang sedikit mengandung serat atau menggiling bahan serelia menjadi bahan pakan sehalus mungkin (tepung) sehingga mudah dicerna dengan baik oleh biota air. Namun begitu, alat ini lebih banyak digunakan untuk menepungkan bahan yang sedikit mengandung serat dan memperkecil bahan dengan tekanan dan gesekan antara dua piringan dimana yang satu berputar dan yang lainnya tetap.

Disk mill tersebut ada yang menggunakan motor diesel dan motor listrik dengan berbagai kapasitas. Alat ini bekerja dengan prinsip memukul bahan yang akan ditepung.

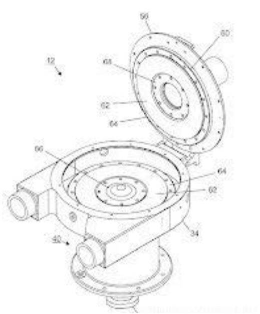


Gambar 18. Disk mill

Mesin *disk mill* memiliki dua piringan yang dipasangkan pada sebuah *shaft*. Kedua piringan tersebut akan berputar secara

bersamaan dengan arah berlawanan sehingga dapat menghancurkan bahan yang digiling. Pada bagian piringan ini terdapat tonjolan-tonjolan yang berfungsi untuk menjepit bahan. Mesin ini merupakan mesin yang memiliki tipe gaya dengan penekanan. Selama proses, bahan akan mengalami gesekan diantara kedua piringan sehingga ukurannya menjadi lebih kecil dan halus sampai dapat keluar melalui mesh atau saringan.

Bagian-bagian mesin *disc mill* meliputi corong pemasukkan, dinding penutup dan cakram, corong pengeluaran, ruang sirkulasi udara, dinding penutup dan cakram, serta poros penggerak.

Bagian utama	**Fungsi**
Corong pemasukan	Tempat masuknya bahan yang akan digiling. Pada bagian ini dilengkapi dengan katup pemasukkan untuk mengatur banyaknya bahan yang akan digiling, sehingga pergerakan cakram lancar dan proses penggilingan juga dapat berjalan lancar.
Dinding penutup dan cakram 	Berfungsi sebagai pengupas dan penghancur biji karena adanaya gerak putar dari cakram terhadap diniding penutup yang diam. Biji yang terkupas dan hancur itu merupakan akibat dari efek atrisi dan kompresi dari cakram.
Corong pengeluaran	Berfungsi untuk mempermudah

Bagian utama	Fungsi
	dalam mewadahi bahan keluaran. Hal ini dikarenakan bahan yang keluar merupakan bahan dengan ukuran yang kecil.
Ruang sirkulasi udara	Berfungsi untuk mempermudah pemasukkan bahan dan pengeluran bahan dari cakram penggiling.
Poros penggerak	Poros penggerak berfungsi untuk menggerakan atau memutar cakram pada *disc mill* dan untuk memutar silinder pengupas yang digerakkan oleh motor listrik dengan menggunakan puli dan belt sebagai penyalur daya. Pada poros penggerak terdapat pengunci untuk mengatur jarak antar cakram. Semakin kecil jarak antar cakram maka ukuran hasil pengolahan akan semakin halus.

Hasil gilingan dipengaruhi oleh kecepatan putar, kadar air bahan baku, jenis bahan baku yang digiling, laju pemasukan bahan serta kondisi dan jenis piringan penggiling. Laju pemasukan yang berlebihan akan memperkecil keefektifan dari alat dan akan menyebabkan panas yang berlebihan. Sedangkan tenaga yang diperlukan untuk menggiling akan berkurang bila kecepatan penepungan bertambah. Untuk memperoleh hasil yang baik, umumnya kecepatan putar penepung bergerigi di bawah 1200 rpm.

Terdapat beberapa keuntungan bila menggunakan penepungan tipe ini, yaitu :

- biaya pemasangan awal rendah
- hasil gilingan relatif seragam
- tenaga yang dibutuhkan lebih rendah bila dibandingkan dengan penggiling palu
- lebih dapat menyesuaikan diri dengan gerusan kasar dibandingkan dengan penggiling palu.

Sedangkan beberapa kerugian dalam menggunakan penggiling bergerigi adalah:

- adanya benda – benda asing di dalam bahan yang digiling dapat menyebabkan kerusakan pada alat
- bila piringan beroperasi tanpa bahan yang digiling maka akan mempercepat kerusakan piringan

3) Penepung tipe silinder

Mesin tipe ini sudah banyak digunakan oleh industri tepung. Biasanya alat yang dipakai terdiri dari satu silinder yang memiliki kecepatan putar sebanyak dua atau tiga kali dari silinder lain. Ukuran penepung silinder didasarkan pada ukuran diameter dan panjang silinder.

Alat ini bekerja dengan prinsip penggilasan bahan diantara celah – celah silinder. Sebelum bahan yang akan digiling dimasukkan, silinder harus dalam keadaan berputar dengan kecepatan tertentu, bila tidak maka akan terjadi slip pada belt atau motor menjadi mati. Celah antara silinder dapat diatur jaraknya untuk memperoleh derajat kehalusan yang diinginkan. Bila jarak antara silinder terlalu dekat maka tenaga yang diperlukan akan menjadi lebih besar, kapasitas penepungan berkurang serta debu banyak terjadi. Pada satu silinder berputar lebih cepat dibandingkan dengan yang lain untuk

mendapatkan aksi gilingan yang lebih ringan ketika bahan melalui celah silinder bergerigi sejajar dengan as silinder.

Kebutuhan tenaga penggiling silinder tergantung kepada bentuk dan kuantitas bahan yang digiling, derajat kehalusan yang diinginkan, kadar air bahan, laju pengumpanan, kecepatan operasi, tenaga yang tersedia serta kondisi dari silinder. Tahap akhir pembuatan tepung dipergunakan silinder halus dengan kecepatan silinder 25% lebih cepat dari silinder yang lainnya.

4) Penepung tipe pisau

Bentuk umum dari alat penggiling ini adalah rotor dengan pisau pemotong yang berputar pada ruang pemotongan dan memotong bahan. Bahan yang digiling akan keluar melalui saringan dengan ukuran tergantung pada ukuran saringan yang digunakan. Utamanya, penepung tipe pisau digunakan untuk bahan yang liat atau berserat. Proses pengguntingan akan lebih efektif dibandingkan dengan tekanan maupun pukulan/impak. Untuk mendapatkan hasil yang baik, maka laju pemasukan bahan pada ruang pemotong hendaknya tidak melebihi panjang dari pisau pemotong dengan ketebalan bahan pengumpan tidak lebih dari satu inchi.

- **Alat sortasi magnetic**

  Alat ini ditempatkan terlebih dahulu sebelum *hammer* mill dan disk mill. Fungsinya adalah untuk mencegah masuknya benda asing ke dalam mesin penggilng, seperti logam, batu, kerikil, dan pasir.

- **Ayakan (sifter)**

  Alat ini berfungsi untuk menyaring bahan yang digiling pada alat *disk mill* sehingga ukuran bahan menjadi seragam dan akan

memudahkan dalam pengolahan selanjutnya. Alangkah baiknya apabila mesin ini menggunakan ukuran saringan dengan mash yang kecil, dan bila perlu dilakukan dua tahap penyaringan dengan dua ukuran saringan, misalnya 90 dan 100. Dengan demikian, bahan yang tidak tersaring pada saringan pertama akan digiling kembali pada *disk mill*.

- **Timbangan**

  Timbangan yang digunakan adalah timbangan analitik dan kasar. Timbangan analitik digunakan untuk menimbang bahan dalam jumlah mikro (kecil), sedangkan timbangan kasar digunakan untuk menimbang bahan dalam jumlah besar (makro). Untuk skala produksi kecil, timbangan kasar yang digunakan cukup berskala 100 kg dan untuk timbangan analitis berskala 1 kg.

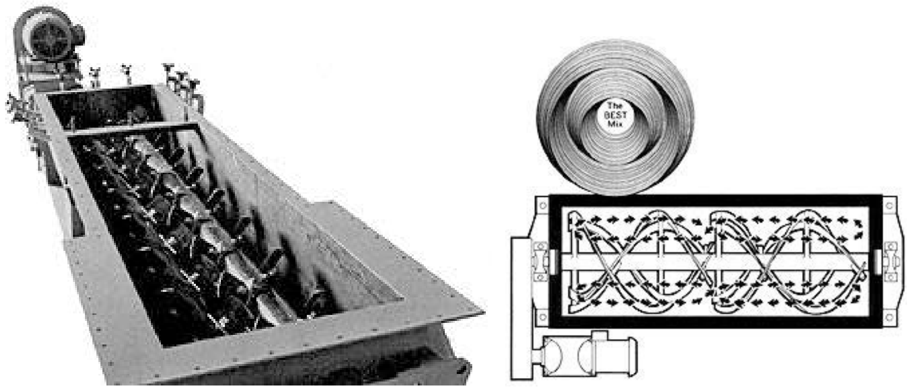
- **Mixer**

  Berfungsi sebagai pengaduk/pencampur bahan baku pakan. Pencampuran bahan dimulai dari yang jumlahnya paling sedikit.

  Alat ini dibagi menjadi *horizontal mixer* dan *vertical mixer*. Percampuran bahan dengan menggunakan mixer tipe horizontal biasanya dilakukan secara *batch*, sedangkan tipe vertikal secara kontinu. Untuk mixer horizontal, pengadukan antara 5 – 10 menit, sudah cukup memberikan hasil campuran yang homogen.



Gambar 19. Vertikal mixer



Gambar 20. Horizontal mixer

- **Alat Pembangit uap**

  Alat ini mutlak diperlukan apabila produksi pakan yang dihasilkan berbentuk pelet atau crumble. Tujuan pemberian steam adalah untuk memunculkan aroma tepung ikan yang terkandung dalam pakan sehingga dapat meningkatkan nafsu makan biota air.

- **Mesin pelet**

  Digunakan untuk mencetak adonan bahan pakan. Mesin ini terdiri dari 2 tipe, yaitu horizontal dan vertikal. Jenis pelet yang dihasilkan dari mesin horizontal adalah jenis pelet tenggelam. Kedua mesin ini mempunyai kerja yang sama, yaitu bahan pakan mengalami proses pengepresan, pemanasan dan pengeringan, akibat tekanan yang ditimbulkan oleh roll yang berputar dan berinteraksi dengan dyes tempat bahan pakan dimampatkan.



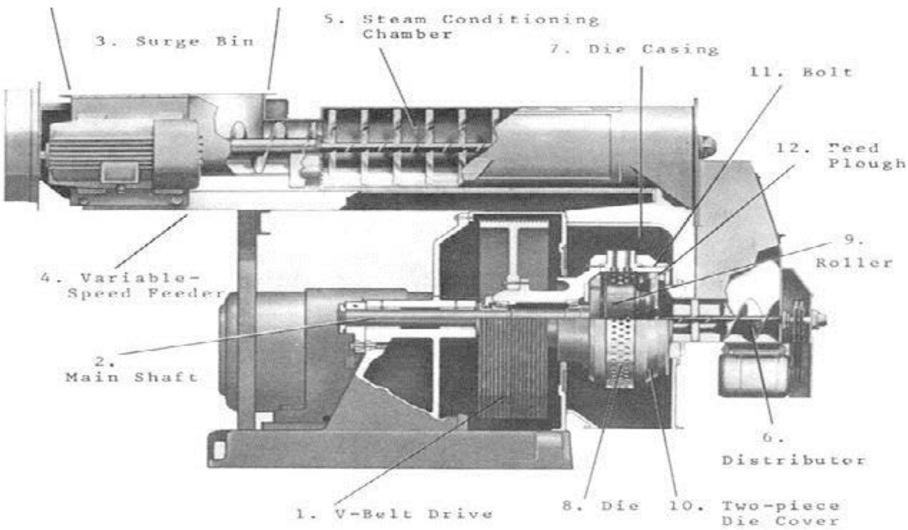
Gambar 21. Mesin Pellet



Gambar 22. Dies pada mesin pelet



Gambar 23. Alat Pemotong



Gambar 24. Bagian – bagian mesin pelet

- **Extruder**

Extruder merupakan alat yang digunakan untuk melakukan proses extrusi, yaitu proses dimana bahan dipaksa mengalir di bawah pengaruh satu atau lebih kondisi operasi seperti pencampuran (*mixing*), pemanasan dan pemotongan (*shear*), melalui suatu cekatan (*die*) yang dirancang untuk membentuk hasil ekstrusi yang bergelembung kering (*puff-dry*). Fungsi pengekstrusi ini adalah untuk gelatinisasi/pemasakan, pemotongan molekuler, pencampuran, sterilisasi, pembentukan, penggelembungan/pengeringan (*puff-dry*).

Dalam industri pakan, alat ini digunakan untuk membuat pakan ikan menjadi terapung (pelet apung). Salah satu keuntungan melakukan proses ekstrusi pada pembuatan pelet apung adalah mengurangi adanya kerusakan nutrisi, daya cerna tinggi, gelatinisasi & denaturasi, serta rusaknya antinutrisi yang terdapat dalam bahan pakan.



Gambar 25. Extruder

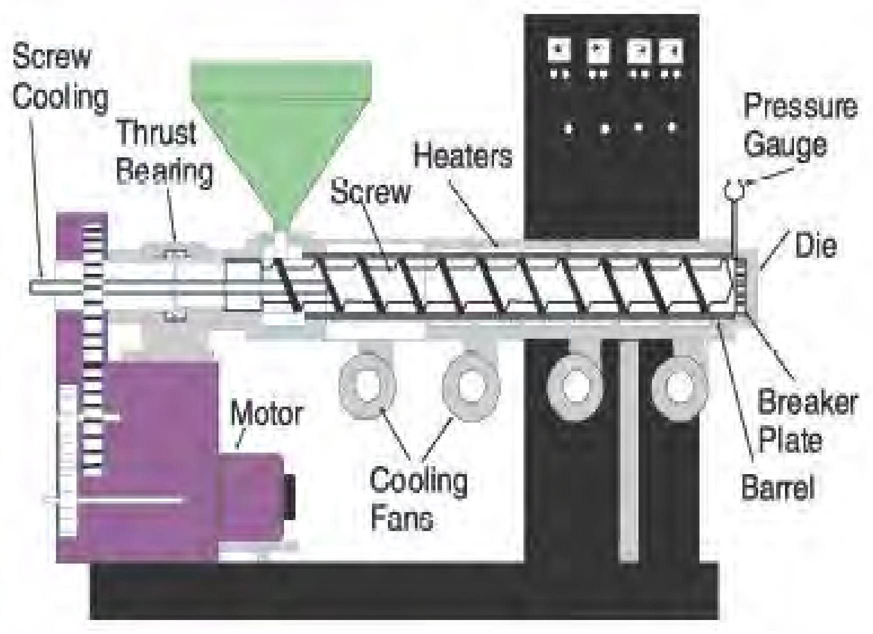
Berdasarkan cara kerjanya, extruder dibedakan menjadi *Cold Extruder* dan *Extruder cookers*. Sedangkan berdasarkan konstruksinya, extruder dibedakan atas *Single screw extruders* (extruder ulir tunggal) dan *Twin screw extruder* (extruder ulir ganda). Ekstruder ulir tunggal dan ulir ganda dikelompokkan lagi berdasarkan seberapa banyak energi mekanis yang dapat dihasilkan. Perbedaan di antara kedua tipe tersebut adalah sebagai berikut :

Parameter pembeda	***Single Screw Extruder***	***Twin Screw Extruder***
Mekanisme pergerakan bahan	Friksi antara logam dan bahan makanan	Pergerakan bahan ke arah positif (*die*)
Penyedia energi utama	Panas gerakan ulir	Panas yang dipindahkan pada barrel
Kapasitas (*throughput kg/hour*)	Tergantung kandungan air, lemak, dan tekanan	Tidak tergantung apapun
Perkiraan energi yang digunakan/kg produk	900 – 1500 kJ kg^{-1}	400 – 600 kJ kg^{-1}
Distribusi panas	Perbedaan temperaturnya besar	Perbedaan temperatur kecil
Biaya investasi	rendah	tinggi
Kandungan air minimum	10,00%	8,00%
Kandungan air maksimum	35,00%	95,00%

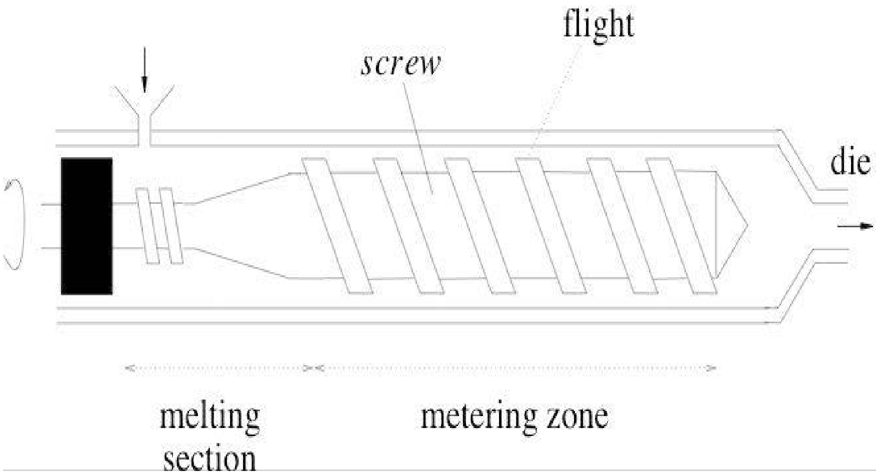
Sumber : (Jowitt, 1984)

- *Single screw extruder* (*extruder* ulir tunggal)

  Alat ini merupakan bentuk operasi sederhana dimana tidak disertai injektor uap/air, kecepatan ulir (rpm) tinggi dan suhu ekstrusi relatif tetap. Pada ekstruder ulir tunggal, gaya untuk menggerakkan bahan berasal dari pengaruh gesekan yang diperoleh dari ulir dan bahan, serta gesekan antara dinding barrel ekstruder dan bahan. Dinding selubung ekstruder pada ekstruder ulir tunggal memainkan peran penting dalam menentukan rancangan ekstruder karena untuk menghasilkan kemampuan menggerakkan bahan yang baik, ekstruder ulir tunggal membutuhkan konfigurasi dinding barrel ekstruder tertentu. Jika bahan yang diolah menempel pada permukaan ulir dan tergelincir dari permukaan barrel maka tidak akan ada produk yang mengalir dalam ekstruder karena bahan ikut berputar bersama ulir tanpa terdorong ke depan.

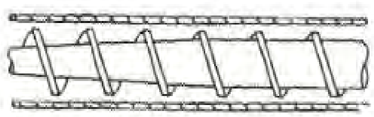
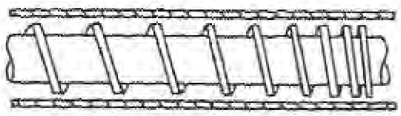
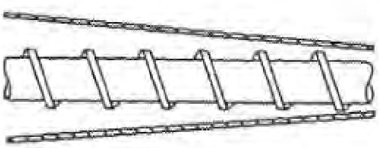
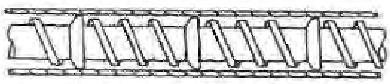


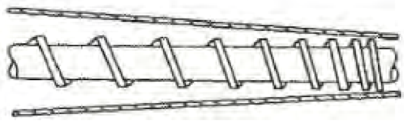
Gambar 26. Single screw extruder
(www.plastic.com)



Gambar 27. Single screw extruder
(sumber: http://www.uea.ac.uk/~h007/extruder/)

Pada ekstruder berulir tunggal, desain gerak maju ulir/kerapatan ulir dan ketinggian sayap dapat berubah sepanjang masuk hingga keluarnya bahan. Pada umumya, keduanya mengalami penurunan dari ujung masuk hingga ujung keluarnya bahan lewat die. Berikut ini adalah berbagai variasi screw dan barrel :

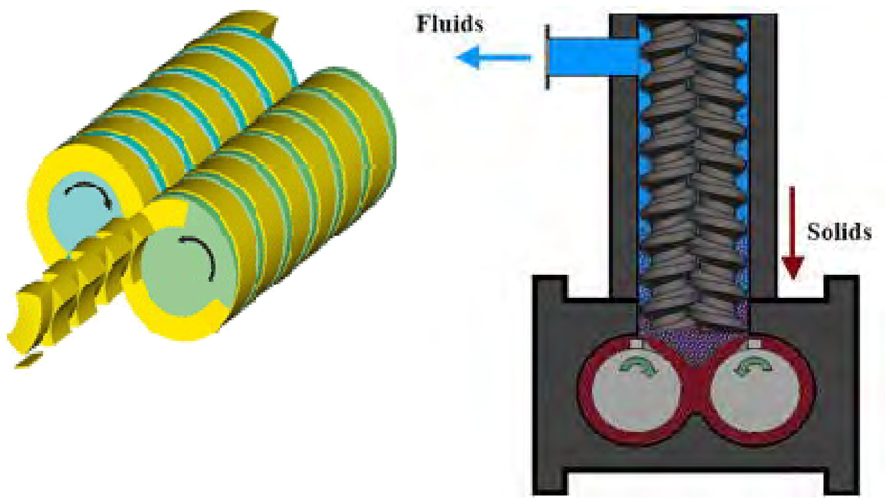
	Diameter poros bertambah, kerapatan ulir tetap
	Diameter poros tetap, kerapatan ulir bertambah
	Diameter poros tetap, kerapatan ulir tetap, barrel menyempit
	Diameter poros tetap, kerapatan ulir tetap, barrel tetap, penambahan halangan

	Diameter poros tetap, kerapatan ulir bertambah, barrel menyempit

Pada bagian pangkal (feeder) ulir, sudut ulir terhadap poros dibuat relatif miring ke kanan untuk memudahkan perpindahan ekstrudat yang densitasnya masih rendah. Sejalan dengan meningkatnya densitas, sudut muka ulir dibuat mendatar untuk meningkatkan pencampuran dan menurunkan kecepatan perpindahan ekstrudat. Sudut muka ulir yang relatif pipih juga berfungsi untuk meremas bahan ekstrudat.

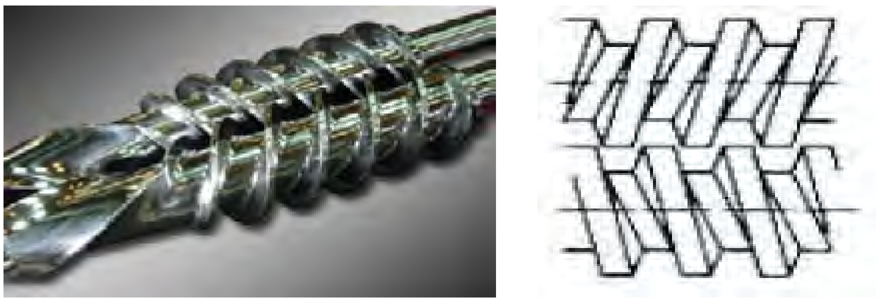
- *Twin screw extruder* (*extruder* ulir ganda)

  Twin screw extruder memiliki laras yang dilengkapi jaket pemanas dan atau pendingin yang dapat diganti – ganti, dilengkapi dengan pengukur suhu, lubang injeksi air/uap, ruang kondisioning dilengkapi injektor bahan cair, ulirnya bekerja saling membersihkan, dan ruang ulir sinambung dengan arah berputar.

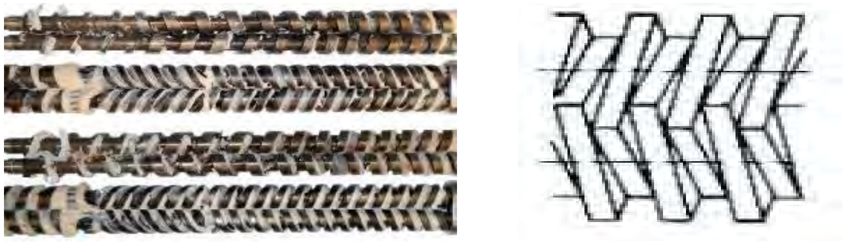


Gambar 28. Ulir pada twin screw extruder
(sumber : www.hb-fein)

Dua ulir tersebut secara pararel ditempatkan dalam barrel dengan jarak ulir yang diatur rapat, sehingga mengakibatkan bahan bergerak di antara ulir dan barrel. Hal ini menyebabkan bahan digerakkan pada arah positif yaitu menuju die tempat bahan keluar, dan terhindar dari aliran balik (negatif) ke arah bahan masuk tanpa harus dilengkapi dengan mekanisme *antirotasional* di dinding barrel, seperti pada ekstruder ulir tunggal. Gambar 28 di bawah ini menjelaskan beberapa tipe ulir ganda.



(a) Counter rotating Non – intermeshing

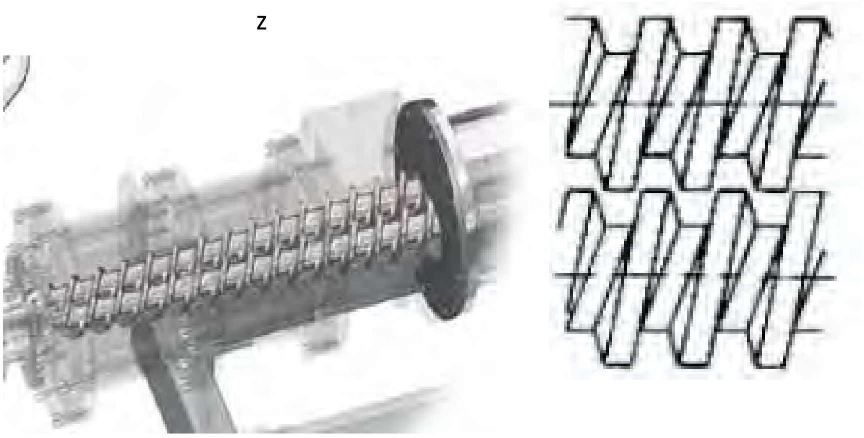


(b) Counter rotating intermeshing



(c) Co rotating intermeshing

z



(d) Co rotating non intermeshing

Gambar 29. Beberapa Tipe Ulir Ganda

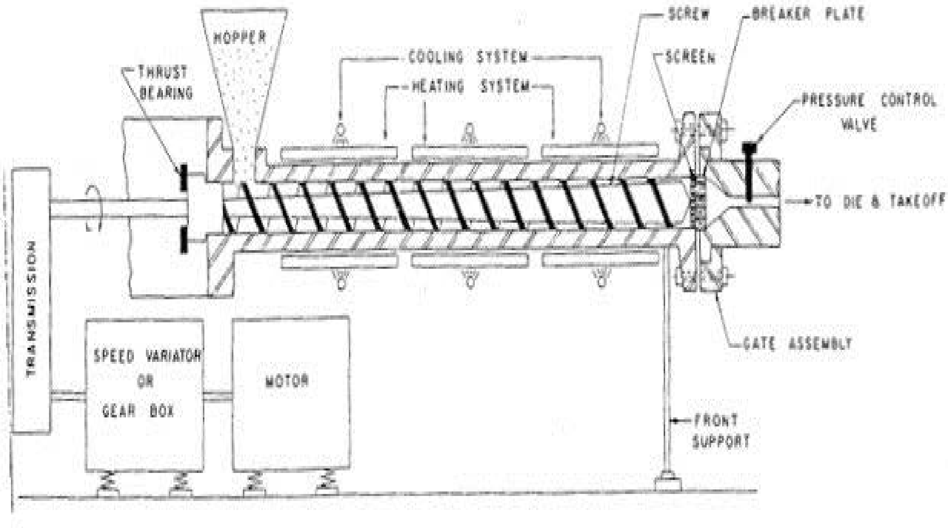
Pada ekstruder tipe ini, bentuk geometris ulir sangatlah penting untuk diperhatikan karena bentuk ulir ini dapat menyebabkan peningkatan tekanan pada ruang ekstruder yang akan menyebabkan aliran bahan dari satu ruang ke ruang yang lain, baik ke arah negatif maupun ke positif.



Gambar 30. Ulir ganda pada ekstruder
(Sumber : www.exapro.com)

Ekstruder memiliki empat bagian utama, yaitu: ulir (*screw*), abung/laras (*stator/barrel*), lubang berukuran relatif kecil (*die*), dan pisau (*knife*). Rasio antara panjang dan diamater dari tabung (L/D) adalah sekitar 2 – 4.

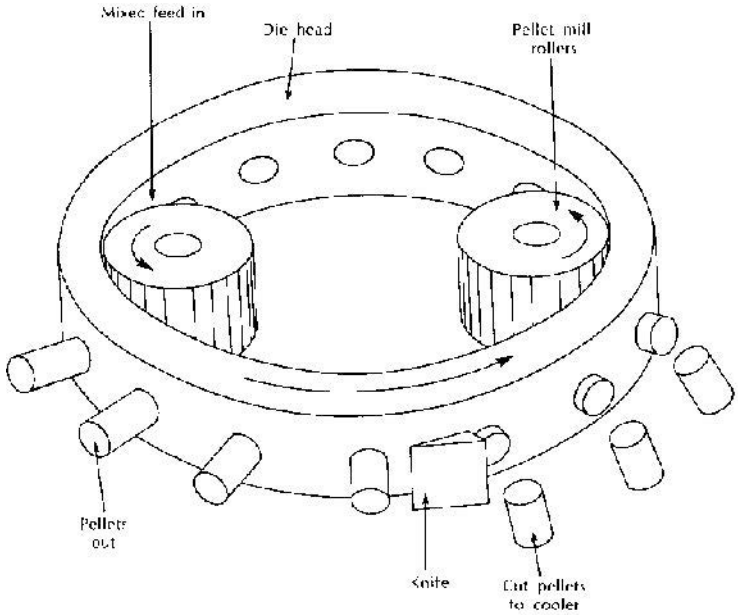
Extruder bekerja dengan prinsip membawa bahan mentah yang dimasukkan ke dalam laras (*barrel*) ulir (*screw*) disepanjang laras. Di ujung laras, pengaliran yang lebih kecil membatasi volume dan meningkatkan daya tahan bahan untuk bergerak, sehingga bahan akan memenuhi barrel. Hal ini menyebabkan ruangan diantara barrel dan screw akan terkompresi. Ketika bahan melewati laras, ulir akan mengadoni bahan sehingga menjadi massa yang semi padat dan plastis. Jika bahan dipanaskan > 100 ^{o}C maka prosesnya disebut *Extrussion Cooking* (*Hot Extrussion*). Pemanasan ini akan menyebabkan terjadinya kenaikan suhu, dan dengan cepat bahan pangan dilewatkan ke bagian barrel yang mempunyai pengaliran lebih kecil sehingga tekanan meningkat Pada ujung barel terdapat die. Ketika bahan keluar dari die dengan pengaruh tekanan maka terjadi pengembangan ukuran dan pendinginan karena airnya telah keluar dalam bentuk uap air.



Gambar 31. Prinsip kerja extruder

✓ Dies tool dan pisau pemotong (*knife*)

Dies tool merupakan alat yang digunakan untuk mencetak pellet menjadi bentuk yang diinginkan melalui prinsip pengepresan bahan. Bentuk dan diameter lubang pada cetakan (*die*) berpengaruh nyata terhadap tekanan yang dihasilkan pada die dan karakteristik produk, dimana diameter yang semakin kecil akan menghasilkan tekanan yang semakin besar. Barrel pada ekstruder bisa memiliki die yang terdiri dari satu atau lebih bukaan. Bukaan ini membentuk produk akhir dan menimbulkan gaya yang berlawanan arah dengan gaya tekan dari ulir. Penggunaan die dapat lebih dari satu hingga tiga untuk mendapatkan tekstur dan mouthfeel yang diinginkan. Sedangkan kecepatan pisau menentukan panjang dari produk yang dihasilkan oleh ekstruder. Semakin tinggi kecepatan pisau maka panjang produk semakin kecil, demikian sebaliknya.



Gambar 32. Dies dan pisau pemotong

✓ Pendingin (*cooler*)

Fungsinya adalah untuk mendinginkan atau menguapkan uap air yang masih menempel pada permukaan pelet yang dihasilkan dalam proses pemeletan sebelumnya, sehingga pelet akan menjadi

kering. Lama pendinginan dalam cooler ini tidak terlalu lama, sekitar 10 – 15 menit.



Gambar 33. Cooler

Eksplorasi

Secara berkelompok, berkunjunglah ke lokasi tempat pembuatan pakan. Kemudian amatilah peralatan pembuatan pakan yang ada di tempat tersebut. Catatlah peralatan apa saja yang terdapat pada lokasi tersebut. Apakah terdapat perbedaan bentuk peralatan ? Untuk lebih menambah informasi, coba tanyakan fungsi dan kapasitas dari masing – masing peralatan tersebut !

Mengasosiasi

Bandingkan peralatan yang ada di lokasi tersebut dengan lokasi pembuatan pakan lainnya, yang dikunjungi oleh kelompok lainnya. Apakah ada perbedaan peralatan ? Jika ada, catat dan jelaskan fungsi serta kapasitasnya.

Mengkomunikasikan

Dari hasil tersebut, buatlah kesimpulan dan ringkasan mengenai jenis – jenis peralatan yang digunakan untuk membuat pakan. Sertakan juga dengan fungsi, kapasitas peralatan, serta gambar dari peralatan tersebut. Presentasikan dan laporkan hasil diskusi dan kesimpulan anda tersebut !

5) Alur Proses Pembuatan Pakan

Mengamati

Secara berkelompok, siapkanlah bahan – bahan berupa : tepung terigu (10 sendok makan), tepung beras (5 sendok makan), beras (satu sendok makan) dan Air secukupnya.

Pada wadah 1, masukkan tepung terigu sebanyak 5 sendok makan + beras (1 sendok makan). Kemudian tambahkan air secukupnya agar campuran bahan tersebut menjadi adonan yang mudah dicetak, dan buatlah bulatan – bulatan kecil dari adonan tersebut.

Pada wadah 2, masukkan tepung terigu sebanyak 5 sendok makan + tepung beras sebanyak 5 sendok makan. Kemudian tambahkan air secukupnya agar campuran bahan tersebut menjadi adonan yang mudah dicetak dan buatlah bulatan – bulatan kecil dari adonan tersebut.

✓ **Menanya**

Dari kedua campuran tersebut, manakah yang lebih mudah dibuat bulatan – bulatan kecil ? Campuran manakah yang lebih halus teksturnya ? Remaslah masing – masing bulatan tadi, manakah yang paling mudah hancur ?

Diskusikan dengan kelompok apa yang menyebabkan perbedaan – perbedaan tersebut ? Dan persyaratan apa saja yang dibutuhkan agar

Proses pembuatan pakan merupakan kelanjutan dari proses pemilihan dan pengolahan bahan baku. Dalam proses pembuatan pakan ditempuh beberapa tahap pekerjaan, yaitu: penggilingan/penepungan, pencampuran, pencetakan, pengeringan dan pembentukan.

Proses pembuatan pakan merupakan kelanjutan dari proses pemilihan dan pengolahan bahan baku. Dalam proses pembuatan pakan ditempuh beberapa tahap pekerjaan, yaitu: penggilingan/penepungan, pencampuran, pencetakan, pengeringan dan pembentukan.

1) Penggilingan/Penepungan

Mengamati

Langkah kerja 1:

- Buat kelompok dengan anggota 4 – 5 orang !
- Ambillah beras sebanyak 500 gram
- Keringkan dalam oven selama ± 20 menit !
- Haluskan menggunakan alat penepung (bisa menggunakan blender)
- Timbang berat beras yang telah dihaluskan tersebut !

Langkah kerja 2:

- Dengan kelompok yang sama, ambillah beras sebanyak 500 gram dan rendam dalam air bersih selama ± 12 – 24 jam.
- Setelah 12 – 24 jam, tiriskan dan timbang, kemudian haluskan menggunakan alat penepung (bisa menggunakan blender)
- Timbang berat beras yang telah dihaluskan tersebut !

Tuliskan hasil pengamatan pada percobaan yang anda lakukan diatas dalam Tabel 16 di bawah ini.

Tabel 16. Hasil Pengamatan pada Percobaan Penepungan

Parameter pengamatan	Langkah 1	Langkah 2
Bobot kering sebelum penepungan (g)		
Bobot basah setelah penepungan (g)		
Bobot kering setelah penepungan (g)		
Lama penepungan (menit)		
Lain - lain yang perlu dicatat		

Menanya

Jawablah pertanyaan berikut ini :

- ✓ Berapakah selisih bobot bahan sebelum penepungan dengan setelah penepungan ?
- ✓ Menurut anda, proses penepungan pada langkah 1 disebut dengan penepungan cara apa ? Penepungan langkah 2 disebut dengan penepungan cara apa ? Adakah perbedaan dari kedua cara tersebut ? Jelaskan jawaban anda !
- ✓ Penepungan mana yang memiliki hasil relatif baik ?

Mengeksplorasi

- ✓ Secara berkelompok, datangilah pasar dan lihatlah kegiatan penepungan yang dilakukan di pasar. Catatlah apa saja yang anda amati.
- ✓ Adakah perbedaan dari penepungan bahan baku satu dengan lainnya ? Jelaskan analisa anda.

Mengasosiasi

Buat laporan dengan kelompok anda dan bandingkan dengan laporan kelompok lain.

Mengkomunikaskan

Presentasikan hasil kerja kelompok dan laporkan pada guru !

Pengolahan bahan dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya adalah proses penggilingan/penepungan. Penepungan merupakan proses pengecilan ukuran (*size reduction*) suatu bahan padat secara mekanis tanpa diikuti dengan perubahan sifat kimia dari bahan yang digiling. Penepungan juga bisa berarti proses penghancuran bahan yang berada dalam ruang tertutup dimana terdapat bagian pemukul yang berputar pada porosnya, sehingga proses penghancuran berlangsung bersama perputaran bagian pemukul tersebut di dalam ruang penggiling. Yang pasti, penggilingan/penepungan bertujuan untuk memperkecil dan menghaluskan bahan baku yang semula masih berbentuk gumpalan atau bongkahan sehingga permukaannya menjadi lebih luas.

Pada dasarnya penepungan itu sendiri juga menyebabkan bahan menjadi bersifat higroskopis, yaitu bahan halus mudah sekali menjadi lembab karena sangat mudah menyerap uap air. Namun keuntungan dari penepungan yang paling tampak adalah aroma dan cita rasa

bahan yang ditepungkan menjadi sangat mencolok. Dari situlah pengaruh positif yang ditimbulkan oleh penepungan tersebut.

Secara umum, penepungan bertujuan untuk mencegah timbulnya kerusakan bahan yang bersifat fisik maupun chemise. Dengan demikian, nilai kandungan nutrisi persatuan berat pakan yang dimakan oleh ikan menjadi lebih tinggi Tujuan lain dari proses pengecilan ukuran pada proses penepungan/penggilingan adalah :

- Mempermudah ekstraksi unsur tertentu dari struktur komposit, contoh tepung dari gandum dan cairan gula dari tebu.
- Penyesuaian dengan kebutuhan spesifikasi produk, contoh penyajian rempah – rempah
- Memungkinkan pemisahan komponen yang tak dikehendaki dengan cara mekanik
- Menambah luas permukaan padatan
- Mempermudah pencampuran bahan secara lebih merata
- Memperkecil bahan-bahan berserat agar mudah penaganannya
- Mempertinggi kemampuan penyerapan
- Mempercepat transportasi
- Mempermudah proses lanjut.

Terdapat beberapa mekanisme dalam pengecilan ukuran, diantaranya adalah :

- Pemotongan

  Pemotongan merupakan cara pengecilan ukuran dengan menghantamkan ujung suatu benda tajam pada bahan yang dipotong. Struktur permukaan yang terbentuk oleh proses pemotongan relatif tidak menjadi rusak.
- Penggerusan

  Penggerusan menggunakan daya yang relatif besar sehingga bahan terpecah dengan bentuk yang tidak teratur.
- Pengguntingan

Pengguntingan merupakan gabungan dari mekanisme pemotongan dan penggerusan.

Melakukan penghalusan bahan tidaklah mudah. Untuk mendapatkan bahan sesuai dengan fraksi ukuran tertentu, proses penepungan biasanya dilakukan sampai beberapa kali. Namun begitu, ukuran partikel bahan hasil giling biasanya masih tersebar dalam banyak fraksi. Oleh karena itu, diperlukan ketepatan dalam pemilihan prosedur. Pemilihan prosedur yang digunakan dalam pengecilan ukuran bahan banyak dipengaruhi oleh karakteristik bahan yang hendak digiling dan didasarkan pada mekanisme yang sesuai untuk pengecilan bahan yang mempunyai sifat tertentu. Misalnya saja, pemotongan lebih cocok diterapkan pada sayuran dan buah–buahan, penggerusan sesuai untuk bahan butiran seperti biji–bijian, sedangkan pengguntingan cocok untuk bahan yang berserat.

Penepungan yang dilakukan dalam proses mempersiapkan bahan baku pakan dapat dilakukan pada bahan – bahan hewani dan nabati. Bahan dasar yang memiliki sifat fisik lunak, seperti ikan, darah, singkong, dedak, dll dapat dengan mudah dihaluskan menggunakan penggiling. Sementara itu, untuk bahan – bahan yang memiliki sifat fisik keras, misalnya saja kepiting, tulang atau hasil pertanian (biji – bijian), perlu dilakukan perlakuan khusus sebelum ditepung. Perlakuan tersebut bisa melalui perebusan atau pengukusan, yang dilakukan dengan tujuan untuk melunakkan bahan.

Secara umum, penepungan dapat dilakukan menggunakan 2 cara, yaitu cara basah dan cara kering. Prinsip kedua cara tersebut adalah berusaha memisahkan lembaga dari bagian tepungnya. Tepung yang dihasilkan pun dapat dikategorikan menjadi dua yaitu tepung yang mengandung lemak dan tidak mengandung lemak, tergantung dari jenis bahan dasarnya. Penepungan cara kering (*dry prosess*) biasanya hanya melibatkan perlakuan fisik dan mekanik untuk membebaskan komponen – komponennya dari sifat aslinya. Sedangkan penepungan

cara basah (*wet prosess*) melibatkan perlakuan fisiko–kimia dan mekanik untuk memisahkan fraksi–fraksi yang diinginkan.

Alur proses penepungan cara kering :

PEMBERSIHAN BAHAN
Bahan dibersihkan dari benda asing yang masih menempel seperti batu kecil, kotoran, kulit gabah yang belum terkelupas, dan lain-lain
PENGERINGAN I
Pengeringan dilakukan untuk mendapatkan kadar air sekitar 14%, bisa dilakukan dengan menggunakan mesin pengering (oven), atau melakukan penjemuran bahan
PENEPUNGAN KASAR
Setelah mencapai kadar air yang diinginkan, bahan digiling menggunakan mesin penepung. Penepungan bisa dilakukan lebih dari 2 kali hingga diperoleh bahan baku dengan kehalusan yang merata dan sesuai dengan yang diinginkan. Bahan sebaiknya dikeringkan kembali sebelum dilakukan penepungan ulang.
PENGAYAKAN
Bahan baku yang telah digiling kemudian diayak untuk mendapatkan partikel yang sesuai dengan kebutuhan ikan, dengan cara memisahkan butiran halus dengan butiran kasar yang tercampur di dalam bahan. Semakin kecil stadia ikan maka partikel pakan harus semakin halus. Pengayakan dilakukan menggunakan pengayakan bertingkat
PENGERINGAN II
Pengeringan dapat dilakukan dijemur dibawah sinar matahari atau di oven pada suhu 50^0 C. Tanda bentuk bahan telah kering yaitu antara butir tepung atau bubuk halus satu dengan yang lainnya tidak saling lengkap (menempel), tetapi saling lepas. Tepung yang masih

basah biasanya butiran halusnya saling berlekatan sehingga membentuk agregat (gumpalan) yang lebih besar dan mengelompok.

Alur proses penepungan cara basah adalah sebagai berikut :

PEMBERSIHAN BAHAN
Bahan dibersihkan dari benda asing yang masih menempel seperti batu kecil, kotoran, kulit gabah yang belum terkelupas, dan lain-lain
⇩
PERENDAMAN
Perendaman dapat dilakukan dalam waktu 12 – 24 jam
⇩
PENEPUNGAN KASAR
Setelah mencapai kadar air yang diinginkan, bahan digiling menggunakan mesin penepung. Penepungan bisa dilakukan lebih dari 2 kali hingga diperoleh bahan baku dengan kehalusan yang merata dan sesuai dengan yang diinginkan. Bahan sebaiknya dikeringkan kembali sebelum dilakukan penepungan ulang.
⇩
PENGAYAKAN
Pengayakan dilakukan untuk memisahkan butiran halus dengan butriran kasar yang tercampur di dalam bahan. Pengayakan dilakukan menggunakan pengayakan bertingkat
⇩
PENGERINGAN
Pengeringan dapat dilakukan dijemur dibawah sinar matahari atau di oven pada suhu 50^0 C. Tanda bentuk bahan telah kering yaitu antara butir tepung atau bubuk halus satu dengan yang lainnya tidak saling lengkap (menempel), tetapi saling lepas. Tepung yang masih basah biasanya butiran halusnya saling berlekatan sehingga membentuk agregat (gumpalan) yang lebih besar dan mengelompok.

Penepungan secara kering relatif lebih baik dibandingkan dengan cara basah karena hasilnya dapat langsung disimpan tanpa harus mengalami proses pengeringan terlebih dahulu. Dalam penepungan secara kering harus diperhatikan kemungkinan kerusakan produk karena panas yang terlalu tinggi serta kerusakan karena oksidasi. Pada saat berlangsung proses penggilingan/penepungan, sering kali laju oksidasi bahan baku meningkat karena permukaan partikel semakin luas, sehingga memudahkan kontak dengan oksigen di udara. Oleh karena itu, zat antioksidan sering kali ditambahkan pada saat proses ini berlangsung. Penambahan zat antioksidan pada proses ini dapat memberikan keuntungan, yaitu :

- ✓ Meningkatkan stabilitas bahan terhadap oksidasi udara sehingga mengurangi tingkat oskidasi selama proses berlangsung
- ✓ Memperbesar tingkat pencampuran zat antioksidan yang jumlahnya tidak terlalu besar secara merata sehingga stabilitas produk akhir dari ancaman proses oksidasi menjadi lebih terjamin





Gambar 34. Penepungan secara tradisional
(sumber : www.integratedfarming.blogspot.com)



Gambar 35. Penepungan menggunakan diskmi
(sumber: www.ibagro.blogspot.com)

Bahan baku yang telah berbentuk tepung ditimbang sesuai dengan jumlah bahan baku yang akan digunakan. Apabila bahan baku yang akan digunakan cukup banyak sebaiknya digunakan timbangan duduk atau timbangan beras. Namun bila sedikit sebaiknya menggunakan timbangan kue atau timbangan lainnya yang mempunyai tingkat ketelitian lebih tinggi.

Setelah ditimbang, bahan dicampur secara merata dan homogen agar seluruh bagian pakan yang dihasilkan mempunyai komposisi zat gizi yang merata dan sesuai dengan formulasi. Pencampuran bahan-bahan dilakukan secara bertahap mulai dari bahan yang volumenya paling besar hingga bahan yang volumenya paling kecil.

Pencampuran bahan baku dalam jumlah kecil dapat dilakukan pada wadah dan pengadukannya dapat dilakukan dengan tangan atau alat seperti centong nasi. Pencampuran bahan baku dalam jumlah besar biasanya menggunakan alat bantu, misalnya serok sebagai pengganti mesin pencampur (*mixer*). Untuk memperoleh hasil yang sempurna dan homogen dan apabila biaya tersedia maka dianjurkan

menggunakan mesin pencampur (*mixer*). Pencampuran dilakukan dengan mengaduk bahan – bahan yang jumlahnya sedikit terlebih dahulu untuk mendapatkan volume atau jumlah campuran yang lebih berat dan agar pencampuran bahan dapat terjadi secara homogen. Pencampuran bahan dilakukan hingga semua bahan teraduk/tercampur dengan sempurna dan merata. Bahan pakan yang mempunyai berat yang paling banyak diletakkan paling bawah kemudian berturut-turut bahan pakan yang lebih ringan. Apabila terdapat bahan baku berupa minyak atau cairan, maka pencampuran dilakukan setelah semua bahan padat tercampur.

Untuk menghilangkan zat anti nutrisi dalam pakan yang mengandung racun, maka dapat dilakukan pemanasan atau pemasakan campuran pakan. Pemanasan atau pemasakan dilakukan dengan memberikan air hangat pada saat proses pembuatan adonan, atau dengan cara mengukus campuran bahan pakan tersebut selama kurang lebih 10 – 20 menit. Pengukusan dilakukan terhadap campuran bahan – bahan nabati, sedangkan jika menggunakan tepung ikan, maka tepung ikan tidak diikutkan dalam kukusan tersebut. Tepung ikan dicampurkan dalam pakan setelah selesai pengukusan.

2) Pencetakan

Proses paling akhir dalam pembuatan pakan adalah pencetakan adonan (pembuatan pelet). Pembuatan pelet merupakan prose untuk mengkompresikan pakan berbentuk tepung dengan bantuan uap panas (steam). Proses pencetakan dapat dilakukan menurut tujuan pembuatan pakan. Pencetakan dapat berbentuk emulsi, tepung, crumble, pellet dan/ataupun flake. Bentuk-bentuk tersebut dapat disesuaikan dengan ukuran dan besarnya ikan yang dipelihara.

Ikan dengan stadia dini (larva) biasanya diberi pakan berbentuk tepung (*powder*), suspensi, atau lembaran; ikan stadia juvenil diberi

pakan berbentuk remah (*crumble*), ikan stadia lanjut (dewasa) diberi pakan berbentuk pelet.

Pakan ikan kecil sebaiknya berbentuk emulsi atau tepung dan semakin besar ikan, bentuk makanannya sebaiknya semakin besar pula seperti dalam bentuk pellet.

Bentuk emulsi adalah bentuk yang paling tidak dapat disimpan lama, karena pakan tersebut harus dicampur dengan air, dipanaskan dan diaduk sampai terjadi emulsi atau cairan kental. Sebaiknya pakan emulsi ini tidak terlalu lama disimpan karena mudah membusuk. Setelah membuat pakan sebaiknya langsung diberikan pada ikan.

Pakan berbentuk tepung sangat mudah membuatnya. Campuran bahan pakan yang ada diaduk sampai merata dan kemudian dimasukkan ke dalam tempat pakan. Pakan ini dapat disimpan relatif lebih lama dibanding dengan emulsi.

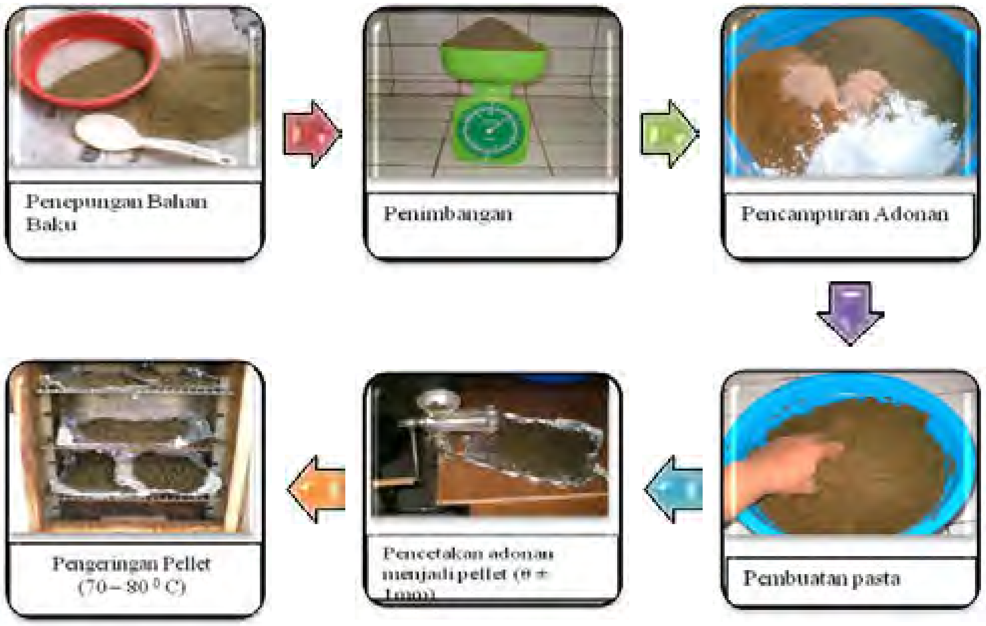
Pakan berbentuk pellet dapat dibuat dengan memberi air ataupun bahan perekat pada campuran bahan pakan tersebut. Setelah diaduk secara merata, campuran tersebut kemudian dimasukkan pada alat cetak pellet sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Setelah berbentuk pellet, pakan dapat dipanaskan dan dikeringkan sinar matahari atau alat pengering lainnya. Bagian pellet yang sudah kering dan pecah merupakan bentuk crumble.

Sesuai dengan kebutuhan jenis dan stadia ikan maka pakan yang semula berbentuk pelet dapat dijadikan bentuk lain misalnya dengan menggunakan alat yang paling sederhana (misalnya mesin penggiling kopi). Mesin untuk mengubah pakan berbentuk pelet menjadi bentuk tepung disebut mesin mikro *pulverizer*, sedangkan alat untuk mengubah menjadi remah disebut mesin *crumble.*

3) Pengeringan

Bahan baku yang telah tercetak menjadi pelet kemudian dikeringkan. Pengeringan dilakukan agar pakan yang telah tercetak tersebut tidak mudah ditumbuhi jamur atau mikroba. Pengeringan juga bertujuan untuk menurunkan kadar air yang terkandung di dalam pakan atau pelet sehingga menjadi minimal dan stabil (sekitar 12%).

Pengeringan dapat dilakukan secara alami dengan bantuan sinar matahari dan secara mekanik dengan bantuan alat (oven) pengering. Kedua cara tersebut tentu mempunyai kelebihan dan kelemahan. Pengeringan secara alami, misalnya, tidak memerlukan biaya investasi dan operasional alat, tetapi sangat bergantung kepada terik sinar matahari dan diperlukan lahan untuk penjemuran. Sebaliknya, jika digunakan alat pengeringan, maka diperlukan biaya investasi dan operasional alat, tetapi pengeringan dapat dikerjakan di setiap waktu tanpa terikat musim, luas lahan yang dibutuhkan untuk pengeringan dapat ditekan, suhu lebih mudah diatur sesuai keinginan.



Gambar 36. Alur Proses Pembuatan Pakan secara Rumah Tangga

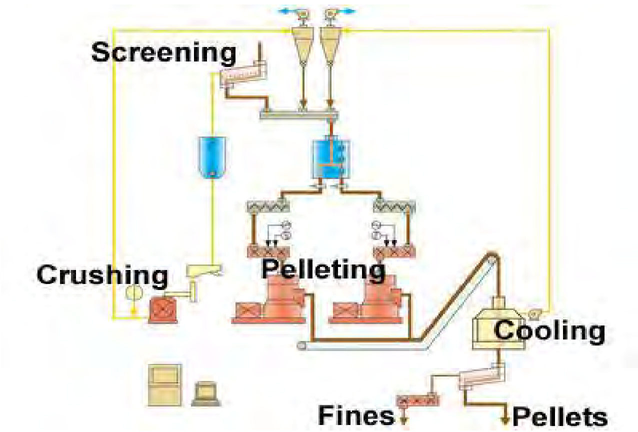
Pembuatan pakan untuk skala industri diawali dengan penerimaan bahan baku. Tahap ini merupakan tahap awal yang akan mempengaruhi tahap berikutnya dan merupakan tahap critical karena berhubungan dengan mutu bahan pakan yang akan diolah. Bahan yang telah diterima tersebut selanjutnya disortasi untuk memisahkan bahan mana yang perlu diolah atau yang tidak layak proses. Prinsipnya adalah pengolahan bahan dilakukan pada bahan yang datang terlebih dahulu untuk menghindari penyimpanan bahan yang terlalu lama di gudang sehingga menyebabkan mutu bahan pakan menurun dan kualitasnya tidak baik.

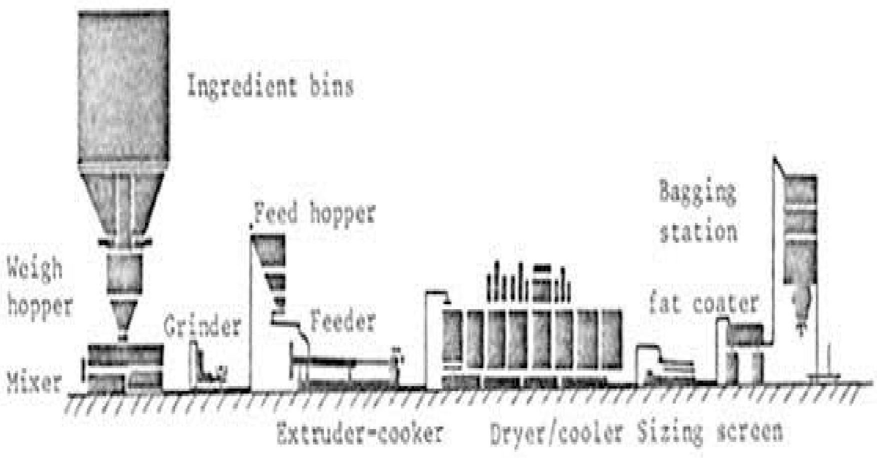
Bahan yang telah disortasi tersebut selanjutnya dibersihkan atau dilakukan pengayakan secara fisik untuk menghindari bahan tercampur dengan bahan – bahan lain yang akan merusak mutu pakan, misalnya logam, kerikil atau pasir. Dalam proses pengayakan ini, ukuran *mash* yang digunakan disesuaikan dengan bahan baku. Pembersihan juga dapat dilakukan dengan bantuan saringan magnetis. Proses selanjutnya setelah pengayakan adalah pengecilan ukuran yang bertujuan untuk menghancurkan, menggiling atau menghaluskan, sehingga menghasilkan gilingan bahan yang sehalus mungkin. Apabila seluruh bahan sudah tergiling, maka dilakukan penimbangan sesuai dengan kebutuhan.

Bahan baku yang telah ditimbang selanjutnya dicampur atau diaduk sampai seluruh bahan tercampur merata dan homogen. Pencampuran pada skala industri berbeda dengan skala rumah tangga. Pada skala industri, pencampuran bahan pakan diawali dengan bahan yang jumlahnya besar diikuti dengan bahan yang jumlahnya kecil dan terkecil. Selanjutnya dilakukan pemberian uap panas untuk menimbulkan aroma pada pakan jadi. Pemberian uap panas ini berlangsung selama beberapa menit (2 – 3 menit) sbelum pakan

memasuki mesin pelet. Pada beberapa mesin pelet modern, biasanya unit pemberi uap tersebut bersatu dengan mesin pelet.

Selanjutnya adalah pembentukan pelet. Pemeletan bertujuan untk membentuk suatu kesatuan pakan yang tidak mudah tercecer. Disamping itu, pakan dalam bentuk pelet akan mengurangi susut nutrisi karena seluruh bahan akan terwakili dalam pelet. Bahan yang sudah terbentuk menjadi pelet selanjutnya didinginkan dengan menggunakan cooler. Pendinginan dilakukan dengan cara pengaliran udara sekeliling dengan blower tanpa pemanasan. Proses ini membutuhkan waktu sekitar 5 – 15 menit. Selanjutnya, produk dapat segera dikemas.





Gambar 37. Alur proses pembuatan pakan skala industri

6) Pengemasan Dan Penyimpanan

Mengamati

Perhatikan dua kemasan pakan dibawah ini !





- ✓ Hal – hal apa saja yang sebaiknya diinformasikan pada kemasan pakan ikan ?
- ✓ Lihatlah kemasan pakan yang lain, dan tuliskan informasi apa yang tidak terdapat dalam foto di atas !

Pengemasan dan penyimpanan pakan merupakan tahap akhir dari proses pembuatan pakan. Pengemasan yang baik akan meningkatkan daya simpan pakan buatan semakin lama dan tetap mempertahankan kualitas pakan. Oleh karena itu, agar pakan yang sudah kering tetap terjaga kadar airnya di dalam kemasan, sehingga dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama dengan kualitas tetap terjaga, maka pakan ikan harus dikemas dengan rapi dan terisolasi dengan udara bebas, sehingga tidak mudah terkontaminasi. Bahan yang digunakan untuk mengemas pakan antara lain adalah karung plastik anyaman untuk bagian luar sedangkan untuk bagian dalam dilapisi kantong plastik tipis dan

transparan. Bagian kantong plastik itulah yang membuat pellet/pakan ikan terisolasi dari udara bebas, sedangkan karung plastik anyaman merupakan pelindung agar kantong plastik tidak mudah bocor serta memudahkan dalam pengangkutan. Jenis bahan kemasan yang lainnya adalah dari kertas semen yang dibuat seperti kantong dan biasanya digunakan untuk mengemas pakan yang mempunyai berat antara 5 – 10 kg. Kantong kertas semen ini merupakan bagian luar dari kantong kemasan, sedangkan pada bagian dalamnya merupakan kantong plastik tipis dan transparan. Pada pengemasan skala pabrik semua alat pengemasan sudah terangkai menjadi satu dan pada saat pakan ikan masuk ke dalam kantong kemasan, langsung dilakukan penjahitan otomatis pada kemasan tersebut. Tetapi pada beberapa perusahaan kecil proses pengemasan dilakukan secara manual dengan memasukkan pakan ikan ke dalam kantong dan ditimbang beratnya secara manual, kemudian dilakukan penjahitan kantong kemasan dengan menggunakan mesin jahit portable untuk plastik kemasan.

Pada setiap kemasan pakan, harus tertera label yang menunjukkan jumlah pakan, label pakan, komposisi bahan baku yang digunakan dan kandungan nutrisi pakan, serta masa kadaluarsa pakan (tanggal kadaluarsa pakan).

Untuk mencegah kemunduran mutu pakan, pakan yang telah dikemas harus disimpan dengan benar pada ruang penyimpanan yang memenuhi syarat. Apabila ruangan tidak memenuhi syarat, maka dapat menyebabkan serangan jamur atau serangga pada pakan, mengakibatkan proses peroksidasi lemak dan pakan akan tengik serta berbau busuk. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menyimpan pakan ditinjau dari segi pakan itu sendiri dan ruangan penyimpanan, agar tidak mempengaruhi stabilitas nutrient pakan, adalah :

- ✓ Kadar air yang terkandung dalam pakan tidak lebih dari 10%, sehingga pakan tidak mudah terserang jamur.
- ✓ Ruang penyimpanan pakan harus bersih, kering, aman dan memiliki ventilasi yang baik, sehingga *supply* oksigen di dalam ruangan

penyimpanan tetap mencukupi. Oleh karena itu, sebaiknya ruang penyimpanan pakan berhubungan langsung dengan sinar matahari.

- ✓ Ruangan penyimpanan memiliki kelembaban relatif kurang dari 65%.
- ✓ Suhu ruangan penyimpanan sekitar 20°C, agar tidak merusak dan mengurangi kandungan nutrisi dalam pakan.
- ✓ Tumpukan kemasan pakan sebaiknya tidak lebih dari enam tumpukan, dan jarak palet yaitu kayu tempat meletakkan pakan dalam ruang penyimpanan sekitar 12 – 15 cm dari dasar lantai.
- ✓ Lama penyimpanan pakan buatan didalam ruang penyimpanan sebaiknya tidak lebih dari tiga bulan. Gunakan pakan yang diproduksi terlebih dahulu baru pakan yang diproduksi selanjutnya (First in-first out)
- ✓ Jangan berjalan di atas tumpukan pakan, hal ini dapat mengakibatkan rusak dan hancurnya pakan buatan.



Gambar 38. Pengemasan dan penyimpanan pakan

3. Tugas
   a. Buatlah kelompok dengan anggota 4 – 5 orang !
   b. Carilah bahan baku di sekitar anda yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pakan !
   c. Jika bahan baku tersebut masih berbentuk padatan, maka lakukan penepungan sesuai dengan prosedur !
   d. Susunlah komposisi bahan baku yang tepat menggunakan salah satu metode penyusunan formulasi pakan, dengan kandungan protein yang terkandung dalam pakan disesuaikan dengan jenis ikan yang anda pelihara (sebaiknya jenis ikan yang dipelihara berbeda dengan kelompok lain) !
   e. Buatlah pakan (pellet) sesuai dengan prosedur dan komposisi yang telah disusun. Lakukan pengemasan dan pelabelan !
   f. Catat semua kegiatan yang anda lakukan pada kertas kerja seperti contoh di bawah ini:

Lembar Kegiatan Pembuatan Pakan

Jenis Kegiatan	**Keterangan**
1. Pemilihan jenis bahan baku	Bahan baku yang digunakan meliputi:..
2. Penyusunan formulasi pakan	Komposisi pakan meliputi: ....
	Kandungan nutrisi dalam pakan : Protein :........ % Karbohidrat:.........% Lemak: ....% EPR :............. kkal
	Berat kering pakan ....gram
3. Pembuatan pakan	a. Penepungan ....

Jenis Kegiatan	Keterangan
	b. Penimbangan bahan baku .... c. Pencampuran bahan baku .... d. Pembuatan adonan .... e. Pencetakan .... f. Pengemasan dan pelebelan ....
	a. Berat kering bahan baku .... b. Berat basah adonan .... c. Berat kering pellet ....

4. Refleksi

Petunjuk :

- ✓ Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
- ✓ Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
- ✓ Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda !

LEMBAR REFLEKSI

1. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
2. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
   ....
   ....
   ....
3. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
4. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
5. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!
   ....
   ....
   ....

5. Tes Formatif

1. Jelaskan jenis – jenis peralatan pembuatan pakan skala rumah tangga dan fungsinya !
2. Jelaskan jenis – jenis peralatan skala pabrikasi dan fungsinya !
3. Mengapa bahan baku yang digunakan harus dalam bentuk tepung ?
4. Jelaskan alur proses pembuatan pakan ikan !
5. Jelaskan prinsip – prinsip dalam pencampuran bahan baku !
6. Apa fungsi pemberian uap panas pada proses pengolahan pakan ?
7. Apakah yang membedakan antara pakan tenggelam dengan pakan apung ditinjau dari proses pembuatannya ?
8. Bagaimanakah prinsip – prinsip pengemasan pakan ?
9. Bagaimana prinsip – prinsip penyimpanan pakan ?
10. Jelaskan hubungan antara suhu dan kelembaban dengan kualitas pakan !

C. PENILAIAN

1. Sikap

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal / Instrumen</th></tr>
<tr>
<td>Sikap

1.1 Menampilkan perilaku rasa ingin tahu dalam melakukan observasi
1.2 Menampilkan perilaku obyektif dalam kegiatan observasi
1.3 Menampilkan perilaku jujur dalam melaksanakan kegiatan observasi
1.4 Mendiskusikan hasil observasi kelompok
1.5 Menampilkan hasil kerja kelompok
1.6 Melaporkan hasil diskusi kelompok
1.7 Menyumbang pendapat tentang produksi pakan buatan</td>
<td>Non Tes

Non Tes

Non Tes</td>
<td>Lembar Observasi Penilaian sikap

Lembar Observasi Penilaian sikap

Lembar Observasi Penilaian sikap</td>
<td>
<table><tr><th>No</th><th>Aspek</th><th>Penilaian</th></tr></table>
a. Rubrik Penilaian Sikap
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Menanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Mengamati</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menalar</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Mengolah data</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Menyimpulkan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Menyajikan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
Kriteria Terlampir

b. Rubrik Penilaian Diskusi
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Terlibat penuh</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Bertanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menjawab</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Memberikan gagasan orisinil</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Kerja sama</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Tertib</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

c. Rubrik Penilaian Presentasi
</td>
</tr>
</table>

Indikator	Penilaian							
	Teknik	Bentuk Instrumen	Butir Soal / Instrumen					
					4	3	2	1
			1	Kejelasan Presentasi				
			2	Pengetahuan :				
			3	Penampilan :				

a. Kriteria Penilaian Sikap :

1. Aspek menanya **:**

Skor 4 Jika pertanyaan yang diajukan sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 3 Jika pertanyaan yang diajukan cukup sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 2 Jika pertanyaan yang diajukan kurang sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 1 Tidak menanya

2. Aspek mengamati :

Skor 4 Terlibat dalam pengamatan dan aktif dalam memberikan pendapat

Skor 3 Terlibat dalam pengamatan

Skor 2 Berusaha terlibat dalam pengamatan

Skor 1 Diam tidak aktif

3. Aspek menalar

Skor 4	Jika nalarnya benar
Skor 3	Jika nalarnya hanya sebagian yang benar
Skor 2	Mencoba bernalar walau masih salah
Skor 1	Diam tidak bernalar

4. Aspek mengolah data :

Skor 4	Jika Hasil Pengolahan data benar semua
Skor 3	Jika hasil pengolahan data sebagian besar benar
Skor 2	Jika hasil pengolahan data sebagian kecil benar
Skor 1	Jika hasil pengolahan data salah semua

5. Aspek menyimpulkan **:**

Skor 4	jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar
Skor 3	jika kesimpulan yang dibuat sebagian besar benar
Skor 2	kesimpulan yang dibuat sebagian kecil benar
Skor 1	Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya salah

6. Aspek menyajikan

Skor 4	jika laporan disajikan secara baik dan dapat menjawab semua pertanyaan dengan benar
Skor 3	Jika laporan disajikan secara baik dan hanya dapat menjawab sebagian pertanyaan
Skor 2	Jika laporan disajikan secara cukup baik dan hanya sebagian kecil pertanyaan yang dapat dijawab
Skor 1	Jika laporan disajikan secara kurang baik dan tidak dapat menjawab pertanyaan

b. Kriteria Penilaian Diskusi

1. Aspek Terlibat penuh :

Skor 4 Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, tanggung jawab, mempunyai pemikiran/ide, berani berpendapat

Skor 3 Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, dan berani berpendapat

Skor 2 Dalam diskusi kelompok kadang-kadang berpendapat

Skor 1 Diam sama sekali tidak terlibat

2. Aspek bertanya :

Skor 4 Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas

Skor 3 Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas

Skor 2 Kadang-kadang memberikan pertanyaan

Skor 1 Diam sama sekali tdak bertanya

3. Aspek Menjawab :

Skor 4 Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas

Skor 3 Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas

Skor 2 Kadang-kadang memberikan jawaban dari pertanyaan kelompoknya

Skor 1 Diam tidak pernah menjawab pertanyaan

4. Aspek Memberikan gagasan orisinil :

Skor 4 Memberikan gagasan/ide yang orisinil berdasarkan pemikiran sendiri

Skor 3 Memberikan gagasan/ide yang didapat dari buku bacaan

Skor 2 Kadang-kadang memberikan gagasan/ide

Skor 1 Diam tidak pernah memberikan gagasan

5. Aspek Kerjasama :

Skor 4 Dalam diskusi kelompok terlibat aktif, tanggung jawab dalam tugas, dan membuat teman-temannya nyaman dengan keberadaannya

Skor 3 Dalam diskusi kelompok terlibat aktif tapi kadang-kadang membuat teman-temannya kurang nyaman dengan keberadaannya

Skor 2 Dalam diskusi kelompok kurang terlibat aktif

Skor 1 Diam tidak aktif

6. Aspek Tertib :

Skor 4 Dalam diskusi kelompok aktif, santun, sabar mendengarkan pendapat teman-temannya

Skor 3 Dalam diskusi kelompok tampak aktif,tapi kurang santun

Skor 2 Dalam diskusi kelompok suka menyela pendapat orang lain

Skor 1 Selama terjadi diskusi sibuk sendiri dengan cara berjalan kesana kemari

c. Kriteria Penilaian Presentasi

1. Kejelasan presentasi

Skor 4 Sistematika penjelasan logis dengan bahasa dan suara yang sangat jelas

Skor 3 Sistematika penjelasan logis dan bahasa sangat jelas tetapi suara kurang jelas

Skor 2 Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

Skor 1 Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

2. Pengetahuan

Skor 4 Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

Skor 3 Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

Skor 2 Penguasaan materi kurang meskipun bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak berhubungan dengan topik yang dibahas

Skor 1 Materi kurang dikuasai serta tidak bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak mendukung topik

3. Penampilan

Skor 4 Penampilan menarik, sopan dan rapi, dengan penuh percaya diri serta menggunakan alat bantu

Skor 3 Penampilan cukup menarik, sopan, rapih dan percaya diri menggunakan alat bantu

Skor 2 Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi kurang percaya diri serta menggunakan alat bantu

Skor 1 Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi tidak percaya diri dan tidak menggunakan alat bantu

2. **Pengetahuan**

Indikator	Penilaian		
	Teknik	Bentuk Instrumen	Butir Soal/Instrumen
Pengetahuan 1. Pembuatan pakan	Tes	Uraian	1. Jelaskan jenis – jenis peralatan pembuatan pakan skala rumah tangga dan fungsinya ! 2. Jelaskan jenis – jenis peralatan skala pabrikasi dan fungsinya ! 3. Mengapa bahan baku yang digunakan harus dalam bentuk tepung ? 4. Jelaskan alur proses pembuatan pakan ikan ! 5. Jelaskan prinsip – prinsip dalam pencampuran bahan baku ! 6. Apa fungsi pemberian uap panas pada proses pengolahan pakan ? 7. Apakah yang membedakan antara pakan tenggelam dengan pakan apung ditinjau dari proses pembuatannya ? 8. Bagaimanakah prinsip – prinsip pengemasan pakan ? 9. Bagaimana prinsip – prinsip penyimpanan pakan ? 10. Jelaskan hubungan antara suhu dan kelembaban dengan kualitas pakan !

3. Keterampilan

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal/Instrumen</th></tr>
<tr>
<td>Keterampilan

Pembuatan Pakan</td>
<td>Non Tes (Tes Unjuk Kerja)</td>
<td>Lembar unjuk kerja</td>
<td>
a. Rubrik Penilaian Sikap
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Menanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Mengamati</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menalar</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Mengolah data</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Menyimpulkan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Menyajikan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
b. Rubrik Penilaian Proses (Produksi Pakan Buatan)
<table>
<tr><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaiaan</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>Cara melakukan penimbangan bahan baku</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara melakukan pencampuran bahan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara melakukan pembuatan adonan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara melakukan pencetakkan pakan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara melakukan pengemasan dan pelebelan pakan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara menuliskan data hasil pengamatan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Kebersihan dan penataan alat</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>

a. **Kriteria Penilaian Sikap :**

1. Aspek menanya **:**

Skor 4 Jika pertanyaan yang diajukan sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 3 Jika pertanyaan yang diajukan cukup sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 2 Jika pertanyaan yang diajukan kurang sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 1 Tidak menanya

2. Aspek mengamati :

Skor 4 Terlibat dalam pengamatan dan aktif dalam memberikan pendapat

Skor 3 Terlibat dalam pengamatan

Skor 2 Berusaha terlibat dalam pengamatan

Skor 1 Diam tidak aktif

3. Aspek menalar

Skor 4 Jika nalarnya benar

Skor 3 Jika nalarnya hanya sebagian yang benar

Skor 2 Mencoba bernalar walau masih salah

Skor 1 Diam tidak bernalar

4. Aspek mengolah data :

Skor 4 Jika Hasil Pengolahan data benar semua

Skor 3 Jika hasil pengolahan data sebagian besar benar

Skor 2 Jika hasil pengolahan data sebagian kecil benar

Skor 1 Jika hasil pengolahan data salah semua

5. Aspek menyimpulkan :

Skor 4 jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 3 jika kesimpulan yang dibuat sebagian besar benar

Skor 2 kesimpulan yang dibuat sebagian kecil benar

Skor 1 Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya salah

6. Aspek menyajikan

Skor 4 jika laporan disajikan secara baik dan dapat menjawab semua pertanyaan dengan benar

Skor 3 Jika laporan disajikan secara baik dan hanya dapat menjawab sebagian pertanyaan

Skor 2 Jika laporan disajikan secara cukup baik dan hanya sebagian kecil pertanyaan yang dapat dijawab

Skor 1 Jika laporan disajikan secara kurang baik dan tidak dapat menjawab pertanyaan

b. Kriteria Penilaian Proses (Produksi Pakan Buatan) :

1. Cara melakukan penimbangan bahan baku :

Skor 4 :	jika seluruh tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur
Skor 3 :	jika sebagian besar tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur
Skor 2 :	jika sebagian kecil tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur
Skor 1 :	jika tahapan proses tidak dilakukan sesuai dengan prosedur

2. Cara melakukan pencampuran bahan

Skor 4 : jika seluruh tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 3 : jika sebagian besar tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 2 : jika sebagian kecil tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 1 : jika tahapan proses tidak dilakukan sesuai dengan prosedur

3. Cara melakukan pembuatan adonan

Skor 4 : jika seluruh tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 3 : jika sebagian besar tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 2 : jika sebagian kecil tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 1 : jika tahapan proses tidak dilakukan sesuai dengan prosedur

4. Cara melakukan pencetakan pakan

Skor 4 : jika seluruh tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 3 : jika sebagian besar tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 2 : jika sebagian kecil tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 1 : jika tahapan proses tidak dilakukan sesuai dengan prosedur

5. Cara melakukan pengemasan dan pelabelan pakan

Skor 4 : jika seluruh tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 3 : jika sebagian besar tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 2 : jika sebagian kecil tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 1 : jika tahapan proses tidak dilakukan sesuai dengan prosedur

6. Cara menuliskan data hasil pengamatan :

Skor 4 :	jika seluruh data hasil pengamatan dapat dituliskan dengan benar
Skor 3:	jika sebagian besar data hasil pengamatan dapat dituliskan dengan benar
Skor 2 :	jika sebagian kecil data hasil pengamatan dapat dituliskan dengan benar
Skor 1 :	jika tidak ada data hasil pengamatan yang dapat dituliskan dengan benar

7. Kebersihan dan penataan alat :

Skor 4 :	jika seluruh alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar
Skor 3:	jika sebagian besar alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar
Skor 2 :	jika sebagian kecil alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar
Skor 1 :	jika tidak ada hasil alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar

4. Penilaian Laporan Observasi :

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Sistematika Laporan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, hipotesis, prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan.	Sistematika laporan mengandung tujuan, , masalah, hipotesis prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, prosedur hasil pengamatan Dan kesimpulan	Sistematika laporan hanya mengandung tujuan, hasil pengamatan dan kesimpulan
2	Data Pengamatan	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, grafik dan gambar yang disertai dengan bagian-bagian dari gambar yang lengka[	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan beberapa bagian-bagian dari gambar	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan bagian yang tidak lengkap	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk gambar yang tidak disertai dengan bagian-bagian dari gambar
3	Analisis dan kesimpulan	Analisis dan kesimpulan tepat dan relevan dengan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan tetapi tidak relevan	Analisis dan kesimpulan tidak dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan
4	Kerapihan Laporan	Laporan ditulis sangat rapih, mudah dibaca dan disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, mudah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, susah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis tidak rapih, sukar dibaca dan disertai dengan data kelompok

Kegiatan Pembelajaran 3. Uji Pakan (24 JP)

A. Deskripsi

Bahan baku pakan yang akan digunakan untuk membuat pakan harus diuji terlebih dahulu. Uji bahan baku pakan tersebut dapat dilakukan secara fisis, kimiawi dan biologis.

Pengujian secara fisis dilakukan dengan melihat kehalusan bahan baku, kekerasan, daya tahan di dalam air dan daya apung. Sedangkan pengujian secara kimiawi dilakukan untuk melihat kandungan nutrisi yang terkandung didalamnya agar bahan baku pakan yang akan digunakan tersebut memberikan hasil yang optimal sesuai dengan standar produk pakan ikan. Uji bahan baku pakan ikan dilakukan melalui analisa secara kimia meliputi : analisa protein, analisa lemak, analisa serat kasar, analisa kadar air, dan analisa kadar abu.

Pengujian biologi dimaksudkan untuk mengetahui sampai seberapa jauh pengaruh pakan tersebut terhadap laju pertumbuhan biota air yang dipelihara.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

   Anda diharapkan mampu melakukan uji kualitas pakan secara fisik, kimia, biologi dan ekonomis.

2. Uraian Materi

   Pakan yang akan diberikan pada ikan harus diuji dulu dengan beberapa uji, yaitu : uji fisik, kimiawi, biologi dan ekonomis. Uji-uji tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah pantas, berguna, berkualitas, ekonomis suatu pakan diberikan pada ikan. Semua uji saling berkaitan, sebagai contoh secara kimiawi pakan ikan memenuhi syarat nutrisi yang diperlukan ikan tetapi melalui uji ekonomi didapatkan bahwa pengeluaran untuk pembuatan

pakan sangat tinggi. Dapat disimpulkan pakan tersebut akan tidak *feasibel* diberikan pada ikan.

a. Pengujian Secara Fisis

Pengujian fisis meliputi kehalusan bahan baku, kekerasan, daya tahan di dalam air, dan daya apung.

Pengamatan 1

1. Buat kelompok dengan anggota 4 - 5 orang
2. Ambil pakan yang telah dibuat dan bandingkan warna pakan tersebut dengan pakan buatan pabrik !
3. Ambil segenggam pakan buatan sendiri lalu ciumlah bau pakan tersebut dan bandingkan dengan bau pakan buatan pabrik !
4. Giling kedua jenis pakan tersebut dan amati butirannya !
5. Catatlah data yang diperoleh dan isikan pada tabel di bawah!

Parameter pengamatan	Pakan sendiri	Pakan pabrik
Warna pakan (terang, agak gelap, gelap)		
Aroma pakan (menyengat, tidak menyengat)		
Ukuran butiran (sangat kasar, agak kasar, kasar, halus, agak halus, sangat halus, dll)		

Simpulkan dan bandingkan hasil yang anda dapatkan dengan kelompok lain !

Kualitas pakan ikan dapat dilihat dari kehalusan pakan. Pada pengujian kehalusan bahan baku dapat dilakukan dengan menggiling pelet tersebut kembali dan kemudian dilakukan pengamatan terhadap hasil gilingan. Berdasarkan ukuran butiran, maka hasil gilingan tersebut dibedakan menjadi sangat halus, halus, agak kasar dan sangat kasar. Setelah ditentukan tingkat kehalusannya, langkah selanjutnya adalah dilakukan penghitungan persentase dari masing – masing tipe. Apabila persentase bagian yang halus semakin banyak, maka mutu pellet semakin baik.

Pengamatan 2

1. Timbang pakan buatan yang akan diuji kekerasan (yang telah dikemas) dan catat hasilnya !
2. Timbang batu/pemberat hingga menghasilkan berat sebesar 5 kali lipat berat pakan yang telah ditimbang !
3. Letakkan batu/pemberat tersebut dalam nampan !
4. Letakkan pakan yang akan diuji di atas lantai datar dan halus dan taruh pemberat di atas pakan. Biarkan selama 20 menit !
5. Amati kekompakan pakan (hancur/tidaknya pakan) !
6. Bandingkan dengan pakan buatan pabrik !
7. Buatlah kesimpulan berdasarkan pengamatan yang anda lakukan !

Pengujian fisis yang selanjutnya adalah tingkat kekerasan pelet. Pengujian ini dapat dilakukan dengan memberikan beban pada pelet sebanyak 5 kali berat pelet yang akan diuji. Pelet yang baik harus memiliki kekerasan yang tinggi, ditandai dengan lamanya waktu pelet tersebut menjadi hancur. Pelet yang baik biasanya memiliki bahan baku yang cukup halus, sehingga tidak mudah hancur.

Pengamatan 3

1. Siapkan 2 toples dan isilah dengan air setinggi ± 20 cm !
2. Pasanglah aerasi dengan kuat sehingga air di dalam wadah uji bergerak dan menimbulkan gelombang !
3. Masukkan pakan buatan sendiri ke dalam salah satu toples dan pakan buatan pabrik ke toples yang lain. Catat waktu pertama pakan dimasukkan ke dalam toples !
4. Catat waktu pakan tersebut mulai mengembang serta catat pula waktu pakan tersebut mulai hancur !
5. Simpulkan dan bandingkan hasil yang anda peroleh dengan kelompok lain !

Pengujian daya tahan di dalam air dilakukan dengan jalan merendam pelet di dalam air yang sebelumnya telah diberi aerasi kuat. Waktu yang diperlukan sampai saat pelet yang bersangkutan itu hancur merupakan ukuran daya tahannya. Pelet yang baik harus memiliki daya tahan dalam air minimal 15 menit.

Pengamatan 4

- Ambil 2 buah gelas dan masing – masing gelas isi air hingga ½ nya
- Timbanglah pakan buatan sendiri dan buatan pabrik sebanyak masing – masing 5 gram
- Masukan kedalam gelas secara bersama-sama
- Hitung waktu yang diperlukan masing-masing pelet mulai tenggelam
- Simpulkan hasil yang anda peroleh berdasarkan pengamatan tersebut

Pengujian yang terakhir adalah pengujian terhadap daya apung pelet. Pengujian ini dilakukan dengan menjatuhkan pelet ke dalam air di dalam akuarium atau wadah lain yang berisi air dengan kedalaman sekitar 20 cm. Waktu yang diperlukan mulai saat pelet menyentuh permukaan air sampai tenggelam di dasar adalah ukuran daya apungnya. Pelet yang baik memiliki daya apung > 5 menit.

Dari beberapa pengujian fisik yang telah anda lakukan, kesimpulan apa yang anda dapatkan berkenaan dengan kualitas pakan yang anda buat sendiri dibandingkan dengan pakan buatan pabrik ?

b. Pengujian Secara Kimiawi

Pengujian kimiawi bertujuan untuk mengetahui kandungan gizi dari pakan yang telah kita buat. Kandungan gizi yang sebaiknya diketahui meliputi protein, lemak, karbohidrat, abu, serat dan air. Pelet yang baik memiliki kadar air maksimal 12%, kandungan serat kasar maksimal 10%, sedangkan kandungan protein, lemak, dan karbohidrat tergantung kepada kebutuhan nutrisi biota air yang dibudidayakan. Misalnya, untuk pelet pakan ikan sebaiknya mengandung protein lebih dari 25%, lemak maksimal 8% dan karbohidrat antara 30 - 40%. Sedangkan udang, membutuhkan protein minimal 30%, lemak maksimal 10% dan karbohidrat sekitar 30%.

Pengujian pelet secara kimiawi dilakukan di laboratorium dengan mengirimkan contoh pelet ke laboratorium terdekat. Umumnya kandungan nutrisi yang diuji meliputi energi, protein dan asam amino, lemak, serat kasar, abu dan mineral terutama kalsium dan fosfor, dan air.

1) Uji kadar air

Untuk pakan kering seperti pelet, maka salah satu pengujian yang penting untuk dilakukan adalah kadar air. Uji kadar air perlu

dilakukan karena pakan tidak langsung dikonsumsi oleh biota air setelah diproduksi, tetapi disimpan beberapa saat, sehingga apabila kadar airnya masih terlalu tinggi, maka pelet akan cepat rusak dan mudah terkena jamur. Pengujian kadar air dilakukan dengan menggunakan metode SNI 01-2891-1992 butir 5.1/Oven. Prinsip pengujian kadar air adalah dengan memanaskan pelet pada suhu 105 – 110^{o} C, sehingga air akan menguap.

Eksplorasi

Untuk dapat memahami mengenai prinsip pengujian kadar air, maka lakukanlah langkah kerja berikut ini :

- ✓ Siapkan alat dan bahan dibawah ini :
  1. Botol timbang bertutup/cawan
  2. Dessiccator/Eksikator
  3. Oven
  4. Neraca analitik
  5. Pelet
- ✓ Baca dan perhatikan keselamatan kerja di bawah ini !
  1. Pakailah pakaian kerja sesuai dengan karakteristik praktikum yang dilaksanakan (jas lab/wearpack)
  2. Hati-hati saat menggunakan benda-benda tajam
  3. Untuk kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan bahan kimia gunakan sarung tangan dan masker.
  4. Hati-hati saat menggunakan benda-benda yang berhubungan dengan peralatan listrik
- ✓ Langkah Kerja :
  1. Timbang dengan seksama 1 – 2 g cuplikan pada sebuah botol timbang bertutup yang sudah diketahui bobotnya. Untuk contoh berupa cairan, botol timbang dilengkapi dengan pengaduk dan pasir kwarsa/kertas saring berlipat
  2. Keringkan pada oven suhu 105^{o} C selama 3 jam
  3. Dinginkan dalam eksikator

Lanjutan Eksplorasi…

Untuk mengetahui kadar air dari hasil eksplorasi yang telah anda lakukan, maka bersama kelompok anda hitung dan diskusikan menggunakan rumus seperti berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{W1}{W} \text{ X } 100\%$$

Dimana : W = Bobot cuplikan sebelum dikeringkan, dalam gram

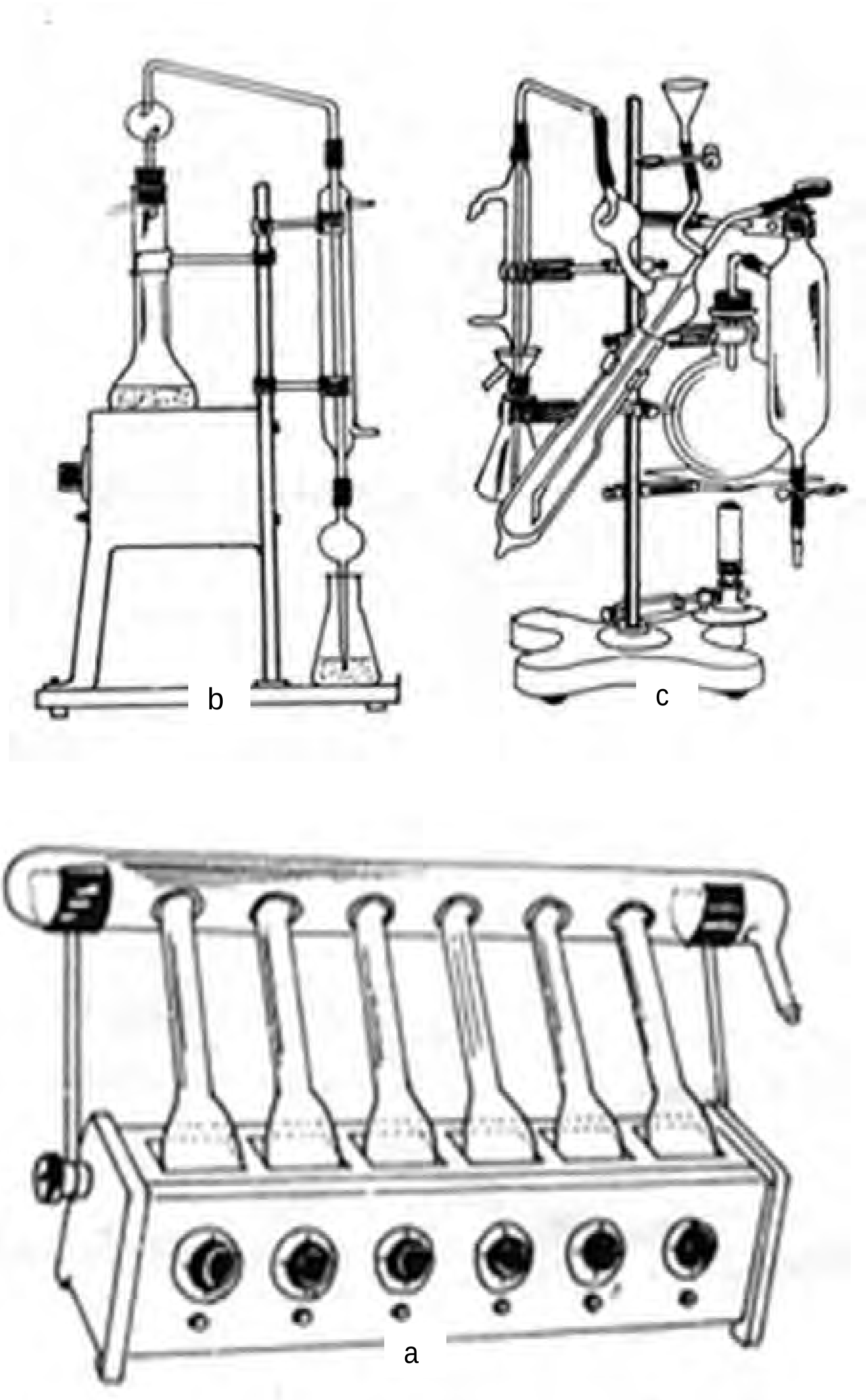
W_1 = Kehilangan bobot setelah dikeringkan (gram)

Mengasosiasikan

Dari hasil eksplorasi yang telah anda lakukan, berapakah kadar air yang terkandung dalam pellet uji tersebut ? Diskusikan bersama kelompok mengenai hasil yang telah anda peroleh tersebut dan bandingkan dengan kelompok lain, adakah perbedaan yang kalian peroleh ? Jika ada, sebutkan dan mengapa berbeda ?

2) Uji kadar protein

Prinsip pengujian kadar protein di laboratorium adalah dengan menggunakan cara Kjeldahl yaitu menentukan kadar protein secara tidak langsung. Cara ini adalah dengan menentukan kadar N-nya kemudian mengalikan dengan protein 6,25. Cara lain yang digunakan untuk menguji kadar protein dalam pakan menggunakan metode Kjeldhal adalah melalui tahapan – tahapan oksidasi, destruksi, dan titrasi.



Gambar 39 : (a). Pendidihan (destruksi) bahan dalam labu Kjeldahl: (b). Alat destilasi; (c). Alat dstilasi mikro Kjeldahl

Eksplorasi 1

Bersama kelompok, lakukanlah pengujian kadar protein, menggunakan langkah kerja sebagai berikut :

- ✓ Siapkan alat dan bahan dibawah ini :
  1. Labu kjeldhal
  2. Alat penyulingan dan kelengkapannya
  3. Pemanas listrik/pembakar
  4. Neraca analitik
  5. Pelet
- ✓ Baca dan perhatikan keselamatan kerja di bawah ini !
  1. Pakailah pakaian kerja sesuai dengan karakteristik praktikum yang dilaksanakan (jas lab/wearpack)
  2. Hati-hati saat menggunakan benda-benda tajam
  3. Untuk kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan bahan kimia gunakan sarung tangan dan masker.
  4. Hati-hati saat menggunakan benda-benda yang berhubungan dengan peralatan listrik
- ✓ Langkah Kerja :
  1. Timbang dengan seksama 0,51 g cuplikan, masukkan ke dalam labu Kjeldhal 100 ml
  2. Tambahkan 2 g campuran selen dan 25 ml H_2SO_4 pekat, panaskan di atas pemanas listrik atau api pembakar sampai mendidih dan larutan menjadi jernih kehijau-hijauan (sekitar 2 jam)
  3. Biarkan dingin, kemudian encerkan dan masukkan ke dalam labu ukur 100 ml, tepatkan sampai tanda garis

4. Pipet 5 ml larutan dan masukkan ke dalam alat penyuling, tambahkan 5 ml NaOH 30% dan beberapa tetes indikator PP
5. Sulingkan selama lebih kurang 10 menit, sebagai penampung gunakan 10 ml larutan asam borat 2% yang telah dicampur indikator
6. Bilasi ujung pendingin dengan air suling
7. Titrasi dengan larutan HCl 0,01 N
8. Kerjakan penetapan blanko

Kadar protein bahan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{(V1-V2)x\ N\ x\ 0{,}014\ x\ f.k\ x\ fp}{W}\ \mathrm{x}\ 100\ \%$$

Keterangan :

W = Bobot cuplikan

V_1 = Volume HCl 0,01 N yang digunakan penitaran contoh

V_2 = Volume HCL yang dipergunakan penitaran blanko

N = Normalitas HCl

f.k = Faktor konversi untuk protein dari makanan, secara umum adalah 6,25 untuk susu dan hasil olahnya; 6,38 untuk mentega dan kacang: 5,46

fp = Faktor pengenceran

Eksplorasi 2

Untuk eksplorasi ke 2 ini, anda diminta menghitung kadar protein menggunakan metode Kjeldahl dengan langkah kerja sebagai berikut :

- ✓ Siapkan alat dan bahan dibawah ini :
  1. Labu kjeldhal
  2. Alat penyulingan dan kelengkapannya
  3. Pemanas listrik/pembakar
  4. Neraca analitik
  5. Pelet
- ✓ Baca dan perhatikan keselamatan kerja di bawah ini !
  1. Pakailah pakaian kerja sesuai dengan karakteristik praktikum yang dilaksanakan (jas lab/wearpack)
  2. Hati-hati saat menggunakan benda-benda tajam
  3. Untuk kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan bahan kimia gunakan sarung tangan dan masker.
  4. Hati-hati saat menggunakan benda-benda yang berhubungan dengan peralatan listrik
- ✓ Langkah Kerja :

Tahapan Oksidasi

1. Masukkan 0,5 – 1 gram bahan/contoh (a), 3 gram katalis (K_2SO_4 + $CuSO_4$) dan 10 ml H_2SO_4 kedalam tabung Kjeldahl.
2. Tabung dipanaskan hingga larutan di dalam tabung berubah warna menjadi hijau bening, kemudian di dinginkan.
3. Encerkan dengan akuades sampai larutan menjadi 100 ml.

Lanjutan Eksplorasi 2

Tahapan Destruksi

1. Masukkan 5 ml larutan hasil oksidasi ke dalam cawan labu kjeldahl.
2. Tambahkan NaOH 0,05 N sebanyak 10 ml.
3. Siapkan Erlenmeyer, masukkan H_2SO_4 0,05 N sebanyak 10 ml dan tambahkan 2 – 3 tetes larutan indikator (metyl red/methylen blue), kemudian didestruksi selama 10 menit.

Tahap Titrasi

1. Hasil destruksi dititrasi dengan NaOH 0,05 N
2. Volume titran yang digunakan dicatat.
3. Lakukan prosedur yang sama pada blanko.

Kadar protein (%) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{0{,}0007 \; x \; 6{,}25 \; x \; 20 \; x \; (titran\ blanko - titran\ sampel)}{a} \text{ x } 100\ \%$$

Mengasosiasi

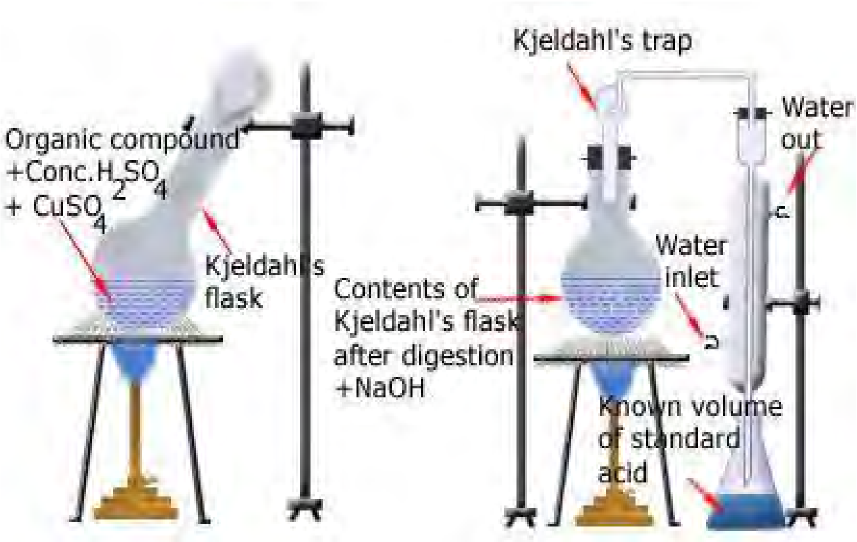
Bersama kelompok, bandingkan hasil yang diperoleh pada eksplorasi 1 dengan eksplorasi 2, adakah perbedaan yang signifikan diantara kedua hasilnya ?

Diskusikan mengenai kandungan protein yang terdapat dalam pakan, dilihat dari kebutuhan nutrisi ikan !

3) Uji kadar lemak

Kadar lemak dalam pakan sebaiknya kurang dari 8%. Hal ini dikarenakan jika kadar lemak terlalu tinggi akan mempercepat proses ketengikan pakan ikan. Prinsip pengujian kadar lemak adalah bahan makanan akan larut di dalam petrelium eter disebut lemak kasar. Uji ini menggunakan alat yang disebut Soxhlet. Uji kadar lemak dapat dilakukan menggunakan metode Soxhlet dan Metode Weibull/SNI 01-2891-1992 butir 8.2 .





Gambar 40. Soxhlet
(sumber: www.chemistryland)

Eksplorasi 1

Bersama kelompok, lakukanlah pengujian kadar lemak, menggunakan metode Soxhlet dengan langkah kerja sebagai berikut :

- ✓ Siapkan alat dan bahan dibawah ini :
  1. Kertas saring
  2. Labu lemak
  3. Alat soxhlet
  4. Pemanas listrik
  5. Oven
  6. Neraca analitik
  7. Kapas bebas lemak
  8. Pereaksi : hexane atau pelarut lemak lainnya
  9. Pellet
- ✓ Baca dan perhatikan keselamatan kerja di bawah ini !
  1. Pakailah pakaian kerja sesuai dengan karakteristik praktikum yang dilaksanakan (jas lab/wearpack)
  2. Hati-hati saat menggunakan benda-benda tajam
  3. Untuk kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan bahan kimia gunakan sarung tangan dan masker.
  4. Hati-hati saat menggunakan benda-benda yang berhubungan dengan peralatan listrik
- ✓ Langkah Kerja :
  1. Panaskan cawan labu dalam oven pada suhu 105–110^{o} C selama satu jam, dinginkan dalam eksikator selama 10 menit dan timbang (X_1).

Lanjutan Eksplorasi 1

2. Timbang bahan/contoh sebanyak 2 – 5 gram (bahan sebaiknya dalam bentuk halus dan kering), dan dibungkus dengan kertas saring/kertas filter dalam bentuk silinder (a).
3. Masukkan selongsong kertas filter kedalam tabung ekstraksi dan diberi pemberat serta dihubungkan dengan kondensor/pendingin .
4. Pasanglah tabung ekstraksi pada alat destilasi Soxhlet dengan pelarut petroleum ether/ petroleum benzena/hexana sebanyak 150 ml yang dimasukkan kedalam soxhlet sampai kertas saring tersebut terendam dan sisa larutan dimasukkan kedalam labu.
5. Panaskan cawan labu yang dihubungkan dengan soxhlet di atas water bath sampai cairan dalam soxhlet terlihat bening. Pemanasan ini berlangsung selama 2 – 4 jam, apabila setelah 4 jam ekstraksi belum sempurna pemanasan dapat dilanjutkan selama 2 jam lagi.
6. Lepaskan labu dari soxhlet dan tetap dipanaskan di atas water bath untuk menguapkan semua petroleum ether dari cawan labu.
7. Cawan labu dipanaskan dalam oven pada suhu 105 – 110 ^{o}C selama 15 –60 menit, kemudian didinginkan dalam eksikator selama 10 menit dan ditimbang. Ulangi prosedur ini sampai diperoleh berat yang stabil (X_2).

Lanjutan Eksplorasi 1

Persentase kadar lemak bahan/contoh dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{X2 - X1}{a} \times 100\ \%$$

Mengasosiasi

Dari hasil perhitungan yang telah anda lakukan, berapakah kadar lemak yang terkandung dalam pakan ? Bagaimana kandungan lemak tersebut bila ditinjau dari segi persyaratan nutrisi yang diperlukan oleh ikan ?

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa untuk mengetahui nilai lemak yang terkandung dalam pakan, dapat dilakukan melalui uji lemak menggunakan metode Soxhlet dan Metode Weibull/SNI 01-2891-1992 butir 8.2. Nah, anda telah mencoba melakukan uji lemak menggunakan metode Soxhlet, oleh karena itu, alangkah baiknya jika anda juga melakukan uji lemak menggunakan metode yang lainnya, yaitu Metode Weibull. Untuk mengetahui kadar lemak menggunakan Metode Weibull, anda dapat melakukannya dengan langkah seperti pada kegiatan eksplorasi 2 di bawah ini.

Eksplorasi 2

Bersama kelompok, lakukanlah pengujian kadar lemak, menggunakan metode Weibull/ SNI 01-2891-1992 butir 8.2 dengan langkah kerja sebagai berikut :

✓ Siapkan alat dan bahan dibawah ini :

1. Kertas saring
2. Kertas saring pembungkus (Thimle)
3. Labu lemak
4. Alat Soxhlet

6. Neraca Analitik
7. Pereaksi : larutan HCl 25%, kertas lakmus, n-Heksana atau pelarut lemak lainnya
8. Pelet

✓ Baca dan perhatikan keselamatan kerja di bawah ini !

1. Pakailah pakaian kerja sesuai dengan karakteristik praktikum yang dilaksanakan (jas lab/wearpack)
2. Hati-hati saat menggunakan benda-benda tajam
3. Untuk kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan bahan kimia gunakan sarung tangan dan masker.
4. Hati-hati saat menggunakan benda-benda yang berhubungan dengan peralatan listrik

✓ Langkah Kerja :

2. Timbang dengan seksama 1 – 2 g cuplikan ke dalam gelas piala
3. Tambahkan 30 ml HCl 25 % dan 20 ml air serta beberapa batu didih

Lanjutan Eksplorasi 2

1. Tutup gelas piala dengan kaca arloji dan didihkan selama 15 menit
2. Saring dalam keadaan panas dan cuci dengan air panas hingga tidak bereaksi asam lagi
3. Keringkan kertas saring berikut isinya pada suhu 100 – 105^{o} C
4. Masukkan ke dalam selongsong kertas yang dialasi dengan kapas

5. Masukkan ke dalam selongsong kertas yang dialasi dengan kapas
6. Sumbat selongsong kertas saring pembungkus (paper thimble) dan ekstrak dengan hexana atau pelarut lemak lainnya 2 – 3 jam pada suhu lebih kurang 80^oC
7. Sulingkan larutan heksana atau pelarut lemak lainnya dan keringkan ekstrak lemak pada suhu 100 – 105^o C
8. Dinginkan dan timbang
9. Ulangi proses pengeringan ini hingga tercapai bobot tetap

Kadar lemak dihitung dengan menggunakan rumus :

Keterangan :

W = Bobot contoh, dalam gram

W_1= Bobot labu lemak sesudah ekstraksi, dalam gram

W_2= Bobot labu lemak sebelum ekstraksi, dalam gram

$$\text{Kadar lemak} = \frac{W1-W2}{W} \times 100\%$$

Mengasosiasi

Dari hasil perhitungan yang telah anda lakukan, berapakah kadar lemak yang terkandung dalam pakan ? Adakah perbedaan dengan eksplorasi 1 ?

4) Kadar Serat kasar

Kadar serat kasar dalam pakan sebaiknya kurang dari 7%. Kandungan serat kasar yang terlalu tinggi pada pakan akan mempengaruhi data cerna dan penyerapan didalam alat pencernaan. Prinsip pengujian kadar serat kasar adalah menentukan zat organik yang tidak larut

dalam asam kuat dan basa kuat dan disertai pemanasan. Pengujian kadar serat kasar dalam pakan dilakukan menggunakan Metode SNI 01-2891-1992 butir 11.

Untuk melakukan pengujian kadar serat kasar dalam pakan, maka diperlukan beberapa peralatan dan bahan, seperti : Neraca analitik, pendingin, corong Buchner, pompa vakum dan pakan ikan yang akan anda uji. Nah, selain peralatan dan bahan tersebut, maka untuk melakukan pengujian kadar serat kasar, dibutuhkan beberapa pereaksi yang sangat menunjang keberhasilan pengujian. Pereaksi – pereaksi tersebut adalah Asam sulfat (H_2SO_4) 1,25%, Natrium Hidroksida (NaOH) 3,25%, Etanol 96%, dan Kertas saring Whatman 54, 541 atau 41.

Apabila semua peralatan dan bahan serta bahan pereaksi tersebut telah tersedia, maka lakukanlah pengujian kadar serat kasar dengan prosedur seperti pada Eksplorasi tersebut di bawah ini.

Mengeksplorasi

- ✓ Sebelum anda melakukan pengujian, sebaiknya baca dan perhatikan keselamatan kerja di bawah ini !
  1. Pakailah pakaian kerja sesuai dengan karakteristik praktikum yang dilaksanakan (jas lab/wearpack)
  2. Hati-hati saat menggunakan benda-benda tajam
  3. Untuk kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan bahan kimia gunakan sarung tangan dan masker.
  4. Hati-hati saat menggunakan benda-benda yang berhubungan dengan peralatan listrik
- ✓ Langkah kerja :
  1. Timbang dengan seksama 2 – 4 g cuplikan. Bebaskan lemaknya dengan cara ekstraksi dengan cara soxlet atau dengan cara mengaduk, mengenap tuangkan contoh dalam pelarut organik sebanyak 3 kali. Keringkan contoh dan masukkan ke dalam erlenmeyer 500 ml

✓ Langkah kerja :

2. Timbang dengan seksama 2 – 4 g cuplikan. Bebaskan lemaknya dengan cara ekstraksi dengan cara soxlet atau dengan cara mengaduk, mengenap tuangkan contoh dalam pelarut organik sebanyak 3 kali. Keringkan contoh dan masukkan ke dalam erlenmeyer 500 ml
3. Tambahkan 50 ml larutan H_2SO_4 1,25%, kemudian didihkan selama 30 menit dengan menggunakan pendingin tegak
4. Tambahkan 50 ml NaOH 3,25% dan didihkan lagi selama 30 menit
5. Dalam keadaan panas saring dengan corong Buchner yang berisi kertas saring tak berabu Whatman 54,41 atau 541 yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya
6. Cuci endapan yang terdapat pada kertas saring berturut – turut dengan H_2SO_4 1,25% panas, air panas, dan etanol 96%

7 Angkat kertas saring beserta isinya, masukkan ke dalam kotak timbang yang telah diketahui bobotnya, keringkan pada suhu 105^o C dinginkan dan timbang sampai bobot tetap

7. Bila ternyata kadar serat kasar lebih besar 1%, abukan kertas saring beserta isinya, timbang sampai bobot tetap

Kadat serat kasar dihitung dengan menggunakan rumus :

% Serat Kasar = $\frac{W-W1}{W2}$ x 100% ; jika serat kasar > 1%

% Serat Kasar = $\frac{W}{W1}$ x 100% ; jika serat kasar < 1%

Keterangan :

W = Bobot cuplikan dalam gram

W_1 = Bobot abu dalam gram

W_2 = Bobot endapan pada kertas saring (gram)

Mengasosiasi

Bersama kelompok, diskusikanlah berapa kadar serat yang diperoleh dan bagaimana hubungannya dengan persyaratan nutrisi yang harus terkandung dalam pakan ?

c. Uji Biologis

Uji biologis dilakukan untuk mengetahui pengaruh pakan tersebut langsung pada ikan. Ada kemungkinan pakan yang mempunyai kandungan nutrisi tinggi kurang memberikan efek bagi pertumbuhan ikan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian langsung di laboratorium untuk menguji suatu pakan. Ikan yang dicobakan diperlakukan dengan pemberian pakan selama periode waktu tertentu, umumnya berkisar antara 1, 5 – 2 bulan. Pada selang waktu tertentu dilakukan pengukuran pertumbuhan pada ikan. Pada pengamatan uji biologis tersebut akan didapatkan beberapa variabel pengukuran seperti pertambahan bobot badan, konsumsi pakan dan konversi pakan. Pertambahan bobot badan diukur dengan menimbang ikan tersebut pada selang waktu tertentu. Dari hasil penimbangan tersebut akan didapatkan pertambahan bobot badan per satuan waktu. Konsumsi pakan dihitung dengan menimbang pakan yang diberikan pada ikan selama periode pemeliharaan. Konversi pakan dihitung dengan membandingkan jumlah pakan yang dikonsumsi dengan jumlah pertambahan bobot badan jika dianggap bahwa tidak ada pertambahan pakan alami. Nilai koefisien adalah nilai dari kebalikan angka konversi. Jika angka koefisien besar hal ini menunjukkan bahwa pakan tersebut bernilai biologis tinggi dan atau berkualitas tinggi.

d. Uji Ekonomi

Pakan merupakan komponen terbesar dalam biaya produksi pemeliharaan ikan terutama dalam pemeliharaan ikan yang intensif. Setiap pembudidaya ikan akan berusaha meminimalkan biaya pakan

untuk memperoleh hasil ikan yang optimal. Ada beberapa langkah untuk meminimalkan biaya tersebut. Pemilihan bahan pakan lokal akan sangat mengurangi biaya pakan.

Umumnya tepung ikan dan bungkil kedelai merupakan komponen bahan pakan utama yang sebagian besar masih harus diimpor, sehingga memiliki harga cukup mahal. Apabila kedua bahan pakan tersebut dapat diganti dengan bahan pakan yang sama hasil produksi dari dalam negeri atau diganti dengan bahan pakan lain dengan kualitas zat makanan yang sama, maka akan sangat mengurangi biaya pakan. Bahan pakan lokal yang belum akrab di kalangan pembudidaya ikan dapat digunakan untuk menyusun pakan ikan seperti bungkil biji karet, sorghum, daun singkong, daun pisang dan lain-lain.

Bahan pakan yang berasal dari limbah merupakan potensi yang patut di cermati pula. Banyak potensi limbah yang belum termanfaatkan, baik yang berasal dari limbah pertanian, kehutanan, perkebunan, peternakan dan industri. Limbah pertanian yang umum digunakan adalah dedak, padahal masih banyak limbah lain yang dapat digunakan antara lain empok, batang dan daun jagung, daun singkong dan lain-lain. Limbah dari kehutanan antara lain adalah daun-daun dan buah-buahan sisa hasil pemotongan kayu. Limbah perkebunan antara lain adalah biji karet, jambu mete, biji kelapa sawit dan lain-lain. Sementara itu yang berasal dari limbah peternakan antara lain adalah kotoran ternak, sisa dari rumah pemotongan hewan dan bulu. Limbah yang berasal dari industri antara lain adalah limbah roti, ampas tahu, dan ampas kecap.

Cara meminimalkan biaya pakan yang lain adalah dengan mengganti bahan pakan yang mahal dengan bahan pakan yang lebih murah. Salah satu yang umum diganti adalah sebagian jagung diganti dengan sorghum yang harganya umumnya lebih murah. Cara ini agak mengandung resiko karena hampir tidak ada bahan pakan yang mempunyai kandungan zat makanan yang sama. Kandungan zat makanan sorghum memang hampir

sama dengan jagung tetapi sorgum mempunyai kelemahan dengan adanya zat anti nutrisi tannin. Tetapi cara penggantian dapat dilakukan dengan cara lain yang lebih memungkinkan, yaitu mengkombinasikan dua atau lebih bahan pakan dan diupayakan nilai kandungan zat makanan sama dengan satu atau lebih bahan pakan yang akan diganti. Salah satu contohnya adalah campuran bungkil biji karet dan minyak dapat mengganti campuran tepung ikan dan bekatul.

Ada dua faktor yang mempengaruhi biaya pakan yaitu harga per unit pakan dan konversi pakan. Biaya pakan dapat diubah dengan suatu perbaikan konversi pakan atau oleh rendahnya harga unit pakan dan oleh kombinasi dari kedua faktor tersebut. Konversi pakan dapat diperbaiki dengan beberapa cara antara lain dengan mengatur formulasi pakan, mengatur waktu pemberian pakan, jumlah pakan, frequensi pemberian pakan dan cara pemberian pakan. Formulasi pakan diatur dengan memperhatikan pertumbuhan dan spesies ikan. Waktu pemberian pakan disesuaikan dengan tingkah laku ikan dalam mencari makanan. Jumlah pakan yang diberikan harus dalam kondisi cukup, jangan kekurangan dan berlebihan dan disesuaikan dengan pertumbuhan ikan. Semakin dewasa ikan, pakan yang diberikan harus semakin banyak. Frequensi pakan diatur dengan melihat sifat biologi ikan agar pakan tersebut berdaya guna. Cara pemberian pakan diusahakan disesuaikan dengan sifat biologis ikan. Ada ikan yang senang dengan pakan yang melayang di air, ada pula ikan yang senang dengan pakan yang terdapat di permukaan air.

3. Tugas

Secara berkelompok, lakukanlah pengujian pakan (pellet) yang anda produksi sendiri atau anda peroleh dari tempat lain untuk mengetahui kandungan proteinnya. Lakukan pengujian tersebut dengan menggunakan salah satu dari 2 metode yang sebelumnya telah anda pelajari.

Dari hasil pengujian tersebut, diskusikanlah secara berkelompok, mengenai hubungan protein yang terkandung dalam pakan dengan persyaratan nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan.
Laporkan hasilnya kepada guru anda !

4. Refleksi

Petunjuk :

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda

LEMBAR REFLEKSI

1. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
2. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
   ....
   ....
   ....
3. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
4. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
5. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!
   ....
   ....
   ....

5. Tes Formatif

1. Apakah yang dimaksud dengan pengujian pakan ?
2. Mengapa harus dilakukan pengujian pakan ?
3. Jelaskan jenis – jenis pengujian pakan !
4. Apakah hubungan antara stabilitas pakan dengan kualitas pakan yang telah dibuat ?
5. Jelaskan jenis – jenis pengujian fisik pakan !
6. Jelaskan jenis – jenis pengujian kimia pakan !
7. Jelaskan jenis – jenis pengujian biologi pakan ikan !
8. Mengapa perlu dilakukan pengujian ekonomis terhadap pakan yang telah kita buat ?

C. PENILAIAN

1. Sikap

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal / Instrumen</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Sikap
1.1 Menampilkan perilaku rasa ingin tahu dalam melakukan observasi
1.2 Menampilkan perilaku obyektif dalam kegiatan observasi
1.3 Menampilkan perilaku jujur dalam melaksanakan kegiatan observasi
1.4 Mendiskusikan hasil observasi kelompok
1.5 Menampilkan hasil kerja kelompok
1.6 Melaporkan hasil diskusi kelompok
1.7 Menyumbang pendapat tentang pengujian pakan</td>
<td>Non Tes</td><td>Lembar Observasi Penilaian sikap</td>
<td>a. Rubrik Penilaian Sikap
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Menanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Mengamati</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menalar</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Mengolah data</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Menyimpulkan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Menyajikan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
Kriteria Terlampir</td></tr>
<tr><td>Non Tes</td><td>Lembar Observasi Penilaian sikap</td>
<td>b. Rubrik Penilaian Diskusi
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Terlibat penuh</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Bertanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menjawab</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Memberikan gagasan orisinil</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Kerja sama</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Tertib</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Non Tes</td><td>Lembar Observasi Penilaian sikap</td><td>c. Rubrik Penilaian Presentasi</td></tr>
</table>

Indikator	Penilaian		
	Teknik	Bentuk Instrumen	Butir Soal / Instrumen

No	Aspek	Penilaian			
		4	3	2	1
1	Kejelasan Presentasi				
2	Pengetahuan :				
3	Penampilan :				

a. Kriteria Penilaian Sikap :

1. Aspek menanya **:**

Skor 4 Jika pertanyaan yang diajukan sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 3 Jika pertanyaan yang diajukan cukup sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 2 Jika pertanyaan yang diajukan kurang sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 1 Tidak menanya

2. Aspek mengamati :

Skor 4 Terlibat dalam pengamatan dan aktif dalam memberikan pendapat

Skor 3 Terlibat dalam pengamatan

Skor 2 Berusaha terlibat dalam pengamatan

Skor 1 Diam tidak aktif

3. Aspek menalar

Skor 4 Jika nalarnya benar

Skor 3 Jika nalarnya hanya sebagian yang benar

Skor 2 Mencoba bernalar walau masih salah

Skor 1 Diam tidak bernalar

4. Aspek mengolah data :

Skor 4 Jika Hasil Pengolahan data benar semua

Skor 3 Jika hasil pengolahan data sebagian besar benar

Skor 2 Jika hasil pengolahan data sebagian kecil benar

Skor 1 Jika hasil pengolahan data salah semua

5. Aspek menyimpulkan :

Skor 4 jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 3 jika kesimpulan yang dibuat sebagian besar benar

Skor 2 kesimpulan yang dibuat sebagian kecil benar

Skor 1 Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya salah

6. Aspek menyajikan

Skor 4 jika laporan disajikan secara baik dan dapat menjawab semua pertanyaan dengan benar

Skor 3 Jika laporan disajikan secara baik dan hanya dapat menjawab sebagian pertanyaan

Skor 2 Jika laporan disajikan secara cukup baik dan hanya sebagian

kecil pertanyaan yang dapat dijawab

Skor 1 Jika laporan disajikan secara kurang baik dan tidak dapat menjawab pertanyaan

b. Kriteria Penilaian Diskusi

1. Aspek Terlibat penuh :

Skor 4 Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, tanggung jawab, mempunyai pemikiran/ide, berani berpendapat

Skor 3 Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, dan berani berpendapat

Skor 2 Dalam diskusi kelompok kadang-kadang berpendapat

Skor 1 Diam sama sekali tidak terlibat

2. Aspek bertanya :

Skor 4 Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas

Skor 3 Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas

Skor 2 Kadang-kadang memberikan pertanyaan

Skor 1 Diam sama sekali tidak bertanya

3. Aspek Menjawab :

Skor 4 Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas

Skor 3 Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas

Skor 2 Kadang-kadang memberikan jawaban dari pertanyaan kelompoknya

Skor 1 Diam tidak pernah menjawab pertanyaan

4. Aspek Memberikan gagasan orisinil :

Skor 4	Memberikan gagasan/ide yang orisinil berdasarkan pemikiran sendiri
Skor 3	Memberikan gagasan/ide yang didapat dari buku bacaan
Skor 2	Kadang-kadang memberikan gagasan/ide
Skor 1	Diam tidak pernah memberikan gagasan

5. Aspek Kerjasama :

Skor 4	Dalam diskusi kelompok terlibat aktif, tanggung jawab dalam tugas, dan membuat teman-temannya nyaman dengan keberadaannya
Skor 3	Dalam diskusi kelompok terlibat aktif tapi kadang-kadang membuat teman-temannya kurang nyaman dengan keberadaannya
Skor 2	Dalam diskusi kelompok kurang terlibat aktif
Skor 1	Diam tidak aktif

6. Aspek Tertib :

Skor 4	Dalam diskusi kelompok aktif, santun, sabar mendengarkan pendapat teman-temannya
Skor 3	Dalam diskusi kelompok tampak aktif,tapi kurang santun
Skor 2	Dalam diskusi kelompok suka menyela pendapat orang lain
Skor 1	Selama terjadi diskusi sibuk sendiri dengan cara berjalan kesana kemari

c. Kriteria Penilaian Presentasi

1. Kejelasan presentasi

Skor 4	Sistematika penjelasan logis dengan bahasa dan suara yang

sangat jelas

Skor 3 Sistematika penjelasan logis dan bahasa sangat jelas tetapi suara kurang jelas

Skor 2 Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

Skor 1 Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

2. Pengetahuan

Skor 4 Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

Skor 3 Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

Skor 2 Penguasaan materi kurang meskipun bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak berhubungan dengan topik yang dibahas

Skor 1 Materi kurang dikuasai serta tidak bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak mendukung topik

3. Penampilan

Skor 4 Penampilan menarik, sopan dan rapi, dengan penuh percaya diri serta menggunakan alat bantu

Skor 3 Penampilan cukup menarik, sopan, rapih dan percaya diri menggunakan alat bantu

Skor 2 Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi kurang percaya diri serta menggunakan alat bantu

Skor 1 Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi tidak percaya diri dan tidak menggunakan alat bantu

2. Pengetahuan

Indikator	Penilaian		
	Teknik	Bentuk Instrumen	Butir Soal/Instrumen
1. Pengujian Pakan	Tes	Uraian	1. Apakah yang dimaksud dengan pengujian pakan ? 2. Mengapa harus dilakukan pengujian pakan ? 3. Jelaskan jenis – jenis pengujian pakan ! 4. Apakah hubungan antara stabilitas pakan dengan kualitas pakan yang telah dibuat ? 5. Jelaskan jenis – jenis pengujian fisik pakan ! 6. Jelaskan jenis – jenis pengujian kimia pakan ! 7. Jelaskan jenis – jenis pengujian biologi pakan ikan !

3. Keterampilan

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal/Instrumen</th></tr>
<tr><td>1. Pengujian pakan</td><td>Non Tes (Tes Unjuk Kerja)</td><td>Lembar unjuk kerja</td><td>
a. Rubrik Sikap Ilmiah
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Menanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Mengamati</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menalar</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Mengolah data</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Menyimpulkan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Menyajikan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
b. Rubrik Penilaian Proses (Pengujian Pakan)
<table>
<tr><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaiaan</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>Cara melakukan pengujian pakan secara fisik</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara melakukan pengujian pakan secara kimia</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara melakukan pengujian pakan secara biologi</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara menuliskan data hasil pengamatan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Kebersihan dan penataan alat</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

a. Kriteria Penilaian Sikap

1. Aspek menanya **:**

Skor 4 Jika pertanyaan yang diajukan sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 3 Jika pertanyaan yang diajukan cukup sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 2 Jika pertanyaan yang diajukan kurang sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 1 Tidak menanya

2. Aspek mengamati :

Skor 4 Terlibat dalam pengamatan dan aktif dalam memberikan pendapat

Skor 3 Terlibat dalam pengamatan

Skor 2 Berusaha terlibat dalam pengamatan

Skor 1 Diam tidak aktif

3. Aspek menalar

Skor 4 Jika nalarnya benar

Skor 3 Jika nalarnya hanya sebagian yang benar

Skor 2 Mencoba bernalar walau masih salah

Skor 1 Diam tidak beralar

4. Aspek mengolah data :

Skor 4 Jika hasil pengolahan data benar semua

Skor 3 Jika hasil pengolahan data sebagian besar benar

Skor 2 Jika hasil pengolahan data sebagian kecil benar

Skor 1 Jika hasil pengolahan data salah semua

5. Aspek menyimpulkan **:**

Skor 4 jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 3 jika kesimpulan yang dibuat sebagian besar benar

Skor 2 kesimpulan yang dibuat sebagian kecil benar

Skor 1 Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya salah

6. Aspek menyajikan

Skor 4 jika laporan disajikan secara baik dan dapat menjawab semua petanyaan dengan benar

Skor 3 Jika laporan disajikan secara baik dan hanya dapat menjawab sebagian pertanyaan

Skor 2 Jika laporan disajikan secara cukup baik dan hanya sebagian kecil pertanyaan yang dapat di jawab

Skor 1 Jika laporan disajikan secara kurang baik dan tidak dapat menjawab pertanyaan

b. Kriteria Penilaian Proses (Pengujian Pakan)

1. Cara melakukan pengujian pakan secara fisik

Skor 4 : jika seluruh tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 3 : jika sebagian besar tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 2 : jika sebagian kecil tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 1 : jika tahapan proses tidak dilakukan sesuai dengan prosedur

2. Cara melakukan pengujian pakan secara kimia

Skor 4 : jika seluruh tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 3 : jika sebagian besar tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 2 : jika sebagian kecil tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 1 : jika tahapan proses tidak dilakukan sesuai dengan prosedur

3. Cara melakukan pengujian pakan secara biologi

Skor 4 : jika seluruh tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 3 : jika sebagian besar tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 2 : jika sebagian kecil tahapan proses dilakukan sesuai dengan prosedur

Skor 1 : jika tahapan proses tidak dilakukan sesuai dengan prosedur

4. Cara menuliskan data hasil pengamatan

Skor 4 : jika seluruh data hasil pengamatan dapat dituliskan dengan benar

Skor 3: jika sebagian besar data hasil pengamatan dapat dituliskan dengan benar

Skor 2 : jika sebagian kecil data hasil pengamatan dapat dituliskan dengan benar

Skor 1 : jika tidak ada data hasil pengamatan yang dapat dituliskan dengan benar

5. Kebersihan dan penataan alat

Skor 4 : jika seluruh alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar

Skor 3: jika sebagian besar alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar

Skor 2 : jika sebagian kecil alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar

Skor 1 : jika tidak ada hasil alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar

4. Penilaian Laporan Observasi :

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Sistematika Laporan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, hipotesis, prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan.	Sistematika laporan mengandung tujuan, , masalah, hipotesis prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, prosedur hasil pengamatan Dan kesimpulan	Sistematika laporan hanya mengandung tujuan, hasil pengamatan dan kesimpulan
2	Data Pengamatan	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, grafik dan gambar yang disertai dengan bagian-bagian dari gambar yang lengka[	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan beberapa bagian-bagian dari gambar	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan bagian yang tidak lengkap	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk gambar yang tidak disertai dengan bagian-bagian dari gambar
3	Analisis dan kesimpulan	Analisis dan kesimpulan tepat dan relevan dengan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan tetapi tidak relevan	Analisis dan kesimpulan tidak dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan
4	Kerapihan Laporan	Laporan ditulis sangat rapih, mudah dibaca dan disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, mudah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, susah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis tidak rapih, sukar dibaca dan disertai dengan data kelompok

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Sistematika Laporan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, hipotesis, prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan.	Sistematika laporan mengandung tujuan, , masalah, hipotesis prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, prosedur hasil pengamatan Dan kesimpulan	Sistematika laporan hanya mengandung tujuan, hasil pengamatan dan kesimpulan
2	Data Pengamatan	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, grafik dan gambar yang disertai dengan bagian-bagian dari gambar yang lengka[	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan beberapa bagian-bagian dari gambar	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan bagian yang tidak lengkap	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk gambar yang tidak disertai dengan bagian-bagian dari gambar
3	Analisis dan kesimpulan	Analisis dan kesimpulan tepat dan relevan dengan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan tetapi tidak relevan	Analisis dan kesimpulan tidak dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan
4	Kerapihan Laporan	Laporan ditulis sangat rapih, mudah dibaca dan disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, mudah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, susah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis tidak rapih, sukar dibaca dan disertai dengan data kelompok

III. PENUTUP

Buku teks siswa dengan judul Produksi Pakan Buatan untuk Semester 2 ini merupakan salah satu sumber referensi yang dapat digunakan oleh peserta didik dalam mendapatkan informasi dan membantu kegiatan pembelajaran melalui beberapa kegiatan yang ada didalamnya. Peserta didik yang mempelajari buku ini diharapkan mampu melaksanakan seluruh kegiatan yang disajikan sesuai dengan pendekatan *scientific learning* melalui kegiatan 5 m (mengamati, menanya, mengeksplorasi, mengasosiasi dan mengkomunikasikan). Peserta didik juga diharapkan dapat mencari informasi tambahan melalui sumber referensi yang lain untuk menambah wawasan mengenai produksi pakan buatan. Saran dan kritik sangat diharapkan demi tercapainya tujuan pembelajaran yang optimal dan kesempurnaan penyusunan buku teks yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

Adegboye, JD. 1981. *Calcium Homeostatis in The Crayfish*. In: Goldmann RC (editor). Paper from the 5th International Symposium on Freshwater Crayfish. Davis, California, U.S.A., hlm 115 – 123.

Afrianto, E. & Liviawaty, E., 2005. *Pakan Ikan.* Kanisius. Yogyakarta.

Agung, S., Hoxey, M., Kailis, S.G., Evans, L.H., 1995. *Investigation of alternative protein sources in practical diets for juvenile shrimp, Penaeus monodon*. Aquaculture 134, 313–323.

Akand, A. M., Hasan, M. R., & Habib, M. A. B. (1991). Utilization of carbohydrate and lipid as dietary energy sources by stinging catfish, H. fossilis (Bloch). In: De Silva, S. (Ed.). Fish nutrition. Research in Asia. *Proceedings of the Fourth Asian Fish Nutrition Workshop*. Asian Fish. Soc. Spec. Publ. 5. (pp. 93–100). Manila, Phillipines: Asian Fisheries Society.

Akbar, Syamsul. 2000. *Meramu Pakan Ikan Kerapu: bebek, lumpur, macam, malabar.* Penebar Swadaya. Jakarta.

Akiyama, D. M & Norman L. M. C. 1989. *Shrimp feed requirement.* Technical Buletin. American Soybean Association. Singapore.

Akiyama, D.M., Dominy, W.G., 1991. *Penaeid Shrimp Nutrition for The Commercial Feed Industry*. American Soybean Association and Oceanic Institute, Waimanalo, USA. 50 pp.

Akiyama, D.M., Dominy, W.G., Lawrence, A.L., 1992. *Penaeid Shrimp Nutrition*. In: *Lester, L.J., Fast, A.W. (Eds), Marine Shrimp Principles and Practices*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 535 – 568.

Alamsyah, Rizal. 2005. *Pengolahan Pakan Ayam dan Ikan secara modern*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Amri, Ir. Khairul dan Khairuman, A.Md. 2002. *Membuat Pakan Ikan Konsumsi*. Agro Media Pustaka. Jakarta.

Arockiaraj, A. J., Muruganandam, M., Marimuthu, K., & Haniffa, M. A. (1999). *Utilization of carbohydrates as a dietary energy source by striped murrel Channa striatus (Bloch) fingerlings.* Acta Zoologica Taiwanica, 10(2), 103–111.

Brett JR, Groves TDD. 1979. *Physiological Energetics*. Fish Physiology Vol. 1. *New York: Academic Press.*

Brown, E. E., and J. B. Gratzek. 1983. *Fish Farming Handbook: Food, Bait, Tropicals and Goldfish.* AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. 391 pp.

Cowey, C. B., & Sargent, J. R. 1979. *Nutrition. In W. S.* Hoar & J. Randall (Eds.). Fish physiology (Vol. III, pp. 1–69). New York, NY: Academic Press.

D'Abramo, L.R., Sheen, S.-S., 1991. *Nutritional Requirements, Feed Formulations and Feeding Practices of The Freshwater Prawn, Macrobrachium rosenbergii.* Rev. Fish. Sci. 2, 1 – 21.

Furuichi, M., & Yone, Y. 1981. *Availability of carbohydrate in nutrition of carp and red sea bream. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 48, 945–948.*

Halver, J. E. 1972. *Fish Nutrition.* Academic Press.New York.

Handayani, D. 2003. *Optimasi Pakan Buatan Yang Efisien dan Ekonomis Untuk Budidaya Ikan Nila (Oreochnomis niloticus L.).* Skripsi Sarjana Biologi. Institut Teknologi Bandung.

Hasan, M. R., Moniruzzaman, M., & Farooque, A. M. O. (1990). *Evaluation of leucaena and water hyacinth leaf meal as dietary protein sources for the fry of Indian major carp, Labeo rohita (Hamilton). In R. Hirano & I. Hanyu (Eds.), Second asian fisheries forum (pp. 275–278).* Manila, Phillipines: Asian Fisheries Society.

Jacinto, E.C., Colmenares, H.V., Cerecedo, R.C., Cordova, R.M., 2003. *Effect of Dietary Protein Level on Growth and Survival of Juvenile Freshwater Crayfish Cherax quadricarinatus (Decapoda: Parastacidae). Aquacult.* Nutr. 9, 207 – 213.

Kalita, Pallabi., Mukhopadhyay K, Pratap., Mukherjee K, Ashis., 2006. *Evaluation of the Nutritional Quality of Four Unexplored Aquatic weeds from Northeast India for the Formulation of Cost-Effective Fish Feeds. Food Chemistry 103 (2007) 204 – 209.*

Kanazawa, A., 1991. *Utilization of soybean meal and other marine protein sources in diets for penaeid prawns.* In: Allan, G. (Ed.), Aquaculture Nutrition Workshop, Programs and Abstracts. *Fisheries Research and Development, Salamander Bay, NSW, Australia, pp. 122– 124.*

Khairuman dan Khairul Amri. 2002. *Membuat Pakan Ikan Konsumsi.* AgroMedia Pustaka. Jakarta.

Kompiang, I.P. & Sofyan I.1988. *Nutrisi Ikan/ Udang Relevansi untuk Larva / Induk.* Prosiding Seminar Nasional Pembenihan Ikan dan Udang. Badan Penelitian dan Perkembangan Perikanan. Bandung

Lim, C., 1997. *Replacement of marine animal protein with peanut meal in diets for juvenile white shrimp, Penaeus vannamei. J. Appl. Aquacult.* 7, 67– 78.

Linder, M.C. 1992. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. UI – Press.* Jakarta.

McGoogan, B.B., Gatlin III, D.M., 1997. *Effects of replacing fish meal with soybean meal in diets for red drum Sciaenops ocellatus and potential for palatability enhancement. J. World Aquac. Soc. 28, 374– 385.*

Mitra, G., & Mukhopadhyay, P. K. 2003. *Dietary essentiality of ascorbic acid in rohu larvae: quantification with ascorbic acid enriched zooplankton. Aquaculture International, II(1–2), 81–93.*

Mujiman, Ahmad. 2006. *Makanan Ik*an. Penebar Swadaya. Jakarta.

Muzinic, L.A., Thompson, K.R., Morris, A., Webster, C.D., Rouse,D.B., Manomaitis, L., 2004. *Partial and total replacement of fish meal with soybean meal and brewer's grains with yeast* in Naylor, R.L., Goldburg, R., Primavera, J., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., Troell, M., 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405, 1017– 1024.

New, M.B., 1976. *A Review of Dietary Materials into Aquaculture Systems: Emphasis on Feeding in Semi-intensive Systems*. Aquac. Eng. 5, 123 – 133. practical diets for Australian red claw crayfish Cherax quadricarinatus. *Aquaculture* 230, 359– 376.

Palloheimo JE, Dickie LM. 1966. *Food Growth of Fishes. Relation among Food, Body Size and Growth Efficiencies*. J. Fish. Res. Board. Canada.

Rifa'i. 1993. *Pengaruh Berbagai Jumlah Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tokolan Udang Galah (Macrobrachium rosenbergii).* Skripsi Jurusan Perikanan. Fakultas Pertanian. Unpad.

Sarac, H.Z., Thaggard, H., Gravel, M., Saunders, J., Naill, A., Cowan, R.T., 1993. *Observations on The Chemical Composition of Some Commercial Prawn Feeds And Associated Growth Responses in Penaeus monodon. Aquaculture* 115, 97 – 110.

Sari, Y. P. 2004. *Pemanfaatan Limbah Ikan Sebagai Pakan Ikan Nila (Oreochnomis niloticus L.) dari Sentra Produksi Ikan Asin dan Pengepakan Ikan Kota Cirebon.* Skripsi Sarjana Biologi. Institut Teknologi Bandung.

Shiemeno, S., Hosakawa, H., & Takeda, M. (1979). *The importance of carbohydrate in the diet of a carnivorous fish.* In: Halver, J., Tiews, K., (Eds.), *Proceedings of a World Symposium on Fin fish Nutrition and Fish food Technology (Vol I, pp. 127–143).* Hamburg, 20–23 June 1978, Heeneman, Berlin.

Smith, H.P. 1955. *Farm Machinery and Equipment*. Mc Graw-Hill Book Co., Inc. Fourth Edition, New York

Sumaryadi, H. 1993. *Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Udang Galah (Macrobrachium rosenbergii) yang Diberi Pakan yang Mengandung Silase Tembelang.* Skripsi Jurusan Perikanan. Fakultas Pertanian. Unpad.

Susanti, K. I. 2001. *Pengaruh Pencampuran Ampas Kelapa dalam Pakan terhadap Konsumsi Oksigen dan Laju Tumbuh Ikan Nila (Oreochromis niloticus L.).* Skripsi Sarjana Biologi. Institut Teknologi Bandung.

Tacon (1988) dalam Millamena *et al.,* (2000) dalam Gusrina. *Buku Budidaya Ikan*. Departemen Pendidikan Nasional.

Teshima, S., 1997. *Phospholipids and sterols. In: D'Abramo, L.R. (Ed.), Crustacean Nutrition*. Advances in World Aquaculture, vol. 6. World Aquaculture Society, Baton Rouse, Louisiana, pp. 85– 107.

Thompson, K.R., Muzinic, L.A., Christian, T.D., Webster, C.D., Manomaitis, L., Rouse, D.B., 2003a. *Lecithin Requirements of Juvenile Australian Red Claw Crafish Cherax quadricarinatus. Aquacult.* Nutr. 9, 223 – 230.

Thompson, K.R., Muzinic, L.A., Christian, T.D., Webster, C.D., Manomaitis, L., Rouse, D.B., 2003b. *Effect on Growth, Survival, and Fatty Acid Composition of Australian Red Claw Crayfish Cherax quadricarinatus* Fed Practical Diets with and without Supplemental Lecithin and/or Cholesterol. *J. World Aquacult*. Soc. 34, 1 – 10.

Thompson, K.R., Muzinic, L.A., Engler, L.S., Morton, S., Webster, C.D., 2004. *Effects of Feeding Practcal Diets Containing Various Protein Levels on Growth, Survival, Body Composition, and Processing Traits of Australian Red Claw Crayfish Cherax quadricarinatus, and on Pond Water Quality*. *Aquacult.* Res. 35, 659 – 668.

Webster, C.D., L.S. Goodgame-Tiu, J.H Tidwell, and D.B Rouse. 1994. *Evaluation of Practical Feed Formulations with Different Protein Levels for Juvenile Red Claw Crayfish (Cherax quadricarinatus*). Transaction of the Kentucky Academy of Science 55(3/4): 108 – 112.

Webster, C.D., Tidwell, J.H., Goodgame, L.S., Yancey, D.H., Mackey, L., 1992. *Use of soybean meal and distillers grains with solubles as partial or total replacement of fish meal in diets for channel catfish, Ictalurus punctatus*. Aquaculture 106, 301–309.

Widiastuti, R. R. 2006. *Formulasi Pakan Buatan dengan Teknologi Fermentasi pada Budidaya Ikan Nila (Oreochromis niloticus L.).* Tesis Magister . Institut Teknologi Bandung.

(sumber: www.teritek.in). Hari kamis, 14 nop. Pukul 10.55